

## Hallazgo de *Neozamites* (Bennettitales) en el Cretácico Inferior de la isla Snow, Shetland del Sur, Antártica.

TERESA TORRES<sup>1</sup>, GEORGES BARALE<sup>2</sup>, HUMBERTO GALLEGUILLOS<sup>3</sup> y CRISTIAN ATALA<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se describen plantas fósiles halladas en los sedimentos del Cretácico Inferior expuestos en la localidad de President Head, en la isla Snow (62°44'S, 61°12'W) archipiélago Shetland del Sur. Las impresiones de hojas son de gran talla, con foliolos largos y angostos con más de 14 cm de largo, insertos en el tallo por una callosidad basal. Por el borde dentado, a partir de mitad superior, y las nervaduras que parten de la base dicotomisándose sucesivamente hacia el ápice y hacia los bordes, se clasifica a esta planta en el género *Neozamites* Vakhrameev, (Bennettitales) y se propone una nueva especie: *Neozamites hervei*.

El género se describe por primera vez para la Antártica. El interés de este hallazgo radica en su posición estratigráfica y geográfica. *Neozamites* es conocido solo en el Cretácico Inferior y los registros anteriores corresponden a China, Japón y Rusia. Se discuten consideraciones paleo-ecológicas y se confirma la edad anteriormente propuesta para los estratos con plantas fósiles en la isla Snow.

**Palabras claves:** Bennettitales, *Neozamites*, Cretácico Inferior, Paleogeografía, Shetland del Sur, Antártica.

## Discovery of *Neozamites* (Bennettitales) in the Early Cretaceous sediments of Snow Island, South Shetland Islands, Antarctica

TERESA TORRES<sup>1</sup>, GEORGES BARALE<sup>2</sup>, HUMBERTO GALLEGUILLOS<sup>3</sup> and CRISTIAN ATALA<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The fossil specimens found in the Early Cretaceous sediments exposed in President Head (62°44'S, 61°12'W) from Snow Island, South Shetland Islands, are described. They are characterised by large leaves with leaflets of more than 14 cm. the pinna with cordate base are attached to the rachis by a narrower central zone. The upper part of the leaflet is characterized by subopposite teeth orientated towards the acute apex. The venation is diverging dichotomously forking near the distal part. All these characters permit to attribute the specimens to the genus *Neozamites* Vakhrameev (Bennettitales), and *N. hervei* sp. nov., is proposed.

This genus is found for the first time in Antarctica. The interest of this discovery is the geographical and stratigraphical distribution. The genus has been found only in the Early Cretaceous sediments in Siberia, China and an inner zone in Japan. The palaeoecological considerations are also discussed and the age for the strates with fossil plants is confirmed.

**Key-words:** Bennettitales, *Neozamites*, Early Cretaceous, Palaeogeography, South Shetland, Antarctica.

<sup>1</sup> Laboratorio de Paleobotánica. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Casilla 1004. Santiago, Chile

<sup>2</sup> Laboratoire de Biodiversité, Evolution des Végétaux Actuels et Fossiles et UMR 5565. Université Claude Bernard. 43 Bd du 11 Novembre 1918. 69622 Villeurbanne, France.

<sup>3</sup> Universidad Mayor, Av. Renato Sánchez 4369, Santiago, Chile.

## INTRODUCCION

Estratos con plantas fósiles en la localidad de President Head en la isla Snow, archipiélago de las Shetland del Sur, fueron encontrados por Araya y Hervé, (1965). La flora fue estudiada en un trabajo preliminar por Fuenzalida y Hervé (1970). Posteriormente, luego de dos campañas de terreno en los años 1995 y 1996, los autores de este trabajo han recolectado nuevo material entre los cuales se destacan trozos de madera fósil e impresiones foliares (Philippe *et al.* 1995; Torres *et al.*, 1995a, 1995b; Torres *et al.*, 1997a 1997b).

Los antecedentes geológicos y paleontológicos indican que los estratos de President Head, donde fueron encontradas las nuevas impresiones (Fig. 1), pertenecen litológicamente a la Formación Cerro Negro, del grupo Península Byers. Se ha propuesto una edad Aptiana- Albiana para los sedimentos de President Head (Philippe *et al.* (1995), Torres *et al.* (1995), Cantrill (1997), Hathway y Lomas (1998).

El objetivo de este trabajo es presentar una nueva planta para el orden de las Bennettiales, clasificada dentro del género *Neozamites* Vakrameev, que no había sido señalado anteriormente en el hemisferio sur. Otro interés de este género es su posición estratigráfica, ya que todos los registros anteriores corresponden al Cretácico Inferior.

### Descripción sistemática

Orden: BENNETTITALES

Género: *Neozamites* Vakrameev, 1962

*Neozamites hervei* sp. nov.

(Figs. 2 y 3)

#### Diagnosis:

Large pinnate leaf, estimated length 40-50 cm. Rachis large (0.3 to 0.6 cm.). Leaflet subopposite, inserted on the upper side of the rachis by an auricle. Leaflet curving towards the leaf base, length 10-14 cm and 1-1,4 cm wide. Base of pinna narrowed to about half at point of attachment, narrowing symmetrically, cordate base, margins narrowing gradually towards an acute apex. Middle upper part of pinna showing typical spinous teeth subopposite. Veins fine, diverging from region of attachment but nearly parallel in distal region of pinna, forking to maintain a concentration of 10-12 per cm. Only one vein is found in each tooth. The cuticle is not preserved.

#### Descripción:

Hojas pinnadas, bien conservadas, de tamaño desconocido, pero de las cuales gracias al tamaño de sus folíolos y a su disposición en el tallo se puede inferir que sobrepasan los 40 cm de largo; con más de 30 cm de ancho. Los folíolos largos y angostos se presentan en disposición sub-opuestos, insertos en la parte superior del raquis por una callosidad basal de 0,5 cm de ancho, con un ángulo variable entre 80° y 40° en la parte superior del tallo. El raquis tiene un ancho de 0,6 cm que disminuye progresivamente a 0,3 cm en el extremo distal. Los folíolos tienen una base cordada generalmente simétrica, con un ancho promedio de 1,4 cm y un largo superior a los 15 cm. Son arqueados, con la concavidad dirigida hacia la base de la hoja, cuyo ancho disminuye progresivamente hacia el ápice, el que generalmente no se ha conservado. El borde de los folíolos es liso en la mitad inferior y dentado a partir de la mitad superior. Los dientes de 0,1 cm de largo en

promedio, se dirigen hacia el ápice separados por una distancia que va de 0,7 a 0,15 cm. En cada folíolo se cuentan al menos 11 pares de dientes dispuestos alternadamente. En cada diente se observa una nervadura central. La venación bien característica y bien conservada consiste en 12 a 17 venas que parten de la callosidad basal y divergen en dicotomías sucesivas hacia el ápice, bifurcándose también hacia los bordes. En algunos folíolos se observa una nervadura central engrosada que corresponde en realidad a la dicotomía de dos o más venas que se encuentran muy próximas. La densidad promedio es de 14 venas por cm lineal. El ápice de los folíolos es agudo, pero generalmente no está conservado.

**Observación:**

Los especímenes descritos corresponden a 6 muestras con impresiones de hojas de diferentes tamaños de las cuales se midieron y estudiaron 22 folíolos. La conservación de la morfología es buena, sin embargo, pese a numerosos intentos no se pudo extraer la cutícula. La materia orgánica existe pero está carbonizada. Se conservan bien las nervaduras sin que se observen estomas ni otras células.

**Holotipo:**

Muestra N° SD-15a-15b de la Colección T. Torres depositada en el Laboratorio de Paleobotánica de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, en Santiago. Otras muestras estudiadas SD-14; SD-18; SD-21. Colector del material: H. Galleguillos.

**Derivatio nominis:**

La especie está dedicada al geólogo chileno Sr. Francisco Hervé, quien junto con el geólogo Sr. Roberto Araya, descubrieron el yacimiento de President Head, en los trabajos de terreno de la expedición antártica del verano de 1965, organizada por el Instituto Antártico Chileno.

**Procedencia geográfica:**

President Head, (Localidad D, de Philippe *et al.*, 1995, Fig. 1), isla Snow, islas Shetland del Sur, Antártica.

**Procedencia estratigráfica:**

Formación Cerro Negro, Grupo Península Byers, Cretácico Inferior.

**Discusión comparaciones**

Considerando que en la epidermis de los folíolos no se encontraron estomas y que algunos géneros de las Cicadales actuales tienen hojas con folíolos con margen dentado, nuestra primera hipótesis de trabajo era que se trataba de una planta relacionada con las Cicadales. Se revisaron y compararon algunas especies actuales con hojas con folíolos largos y bordes dentados encontrándose efectivamente estas características en los géneros: *Bowenia*, *Dion*, *Encephalartos*, *Stangeria* y *Zamia*, datos tomados de Greguss (1968) y Jones (1993). Sin embargo, la inserción de los folíolos y los caracteres anatómicos descartaron finalmente una posible afinidad con este grupo de plantas.

En relación con especies fósiles, se realizó una revisión principalmente con las especies conocidas para el género *Zamites*, *Otozamites* y otros afines, llegando al género *Neozamites*. El género *Neozamites* Vakrameev (1962), fue creado para impresiones de hojas del tipo cicadófitas, con margen particularmente dentado halladas en sedimentos del Cretácico Inferior del Este de Siberia. Los estudios de cutícula han demostrado que el género pertenece a plantas extintas del orden de las Bennettitales, en donde la organización de los estomas es del tipo syndetocheile.

Aún cuando la morfología general hace pensar en una hoja de Cicadal, los estomas de estas plantas son completamente diferentes (haplocheile).

A la fecha se conocen sólo 5 especies para el género *Neozamites*, todas ellas han sido encontradas en el hemisferio Norte. En efecto, *Neozamites verchojanensis* Vakhrameev, *N. lebedevii* Vakhrameev y *N. denticulatus* (Kryshtofovich y Prynada) Vakhrameev, fueron encontradas al Este de Siberia. *N. elongatus* Kimura y Sekido, fue hallada en sedimentos del Cretácico Inferior de China y Japón; *N. intermedius* Nakazawa, Ohana y Kimura, proviene de la zona interior de Japón. Todas las especies están situadas crono-estratigráficamente en estratos del Cretácico Inferior (Kimura y Sekido, 1971; Sun *et al.*, 1993).

De la diagnosis del género y de la descripción de la especie resumidas en el Cuadro 1 se puede afirmar que las plantas fósiles estudiadas, pertenecen sin lugar a dudas al género *Neozamites*; pero hay algunas diferencias específicas en la morfología y principalmente en el tamaño de los folíolos. De los datos de Yang y Sun (1982), se puede inferir que *N. verchojanensis* difiere de *N. hervei* fundamentalmente porque los folíolos son más pequeños, los dientes son más marcados y comienzan a aparecer en la parte basal de la fronda. Difiere claramente de *N. elongatus* por el tamaño de los folíolos y por el seno bastante más pronunciados de los dientes, también la densidad de las nervaduras es bastante mas importante en *N. elongatus*. De *N. intermedius* difiere en la disposición y forma de los dientes, los folíolos son más cortos y suelen haber dos dientes consecutivos que reciben 2 a 6 venas por diente. La densidad de las venas es también diferente, se describen 26 venas por cm lineal en *N. intermedius*, en cambio hay 10 a 17 en *N. hervei*. La especie *N. lebedevii* descrita por Zheng y Zhang (1983), no es comparable debido a que es bipinada.

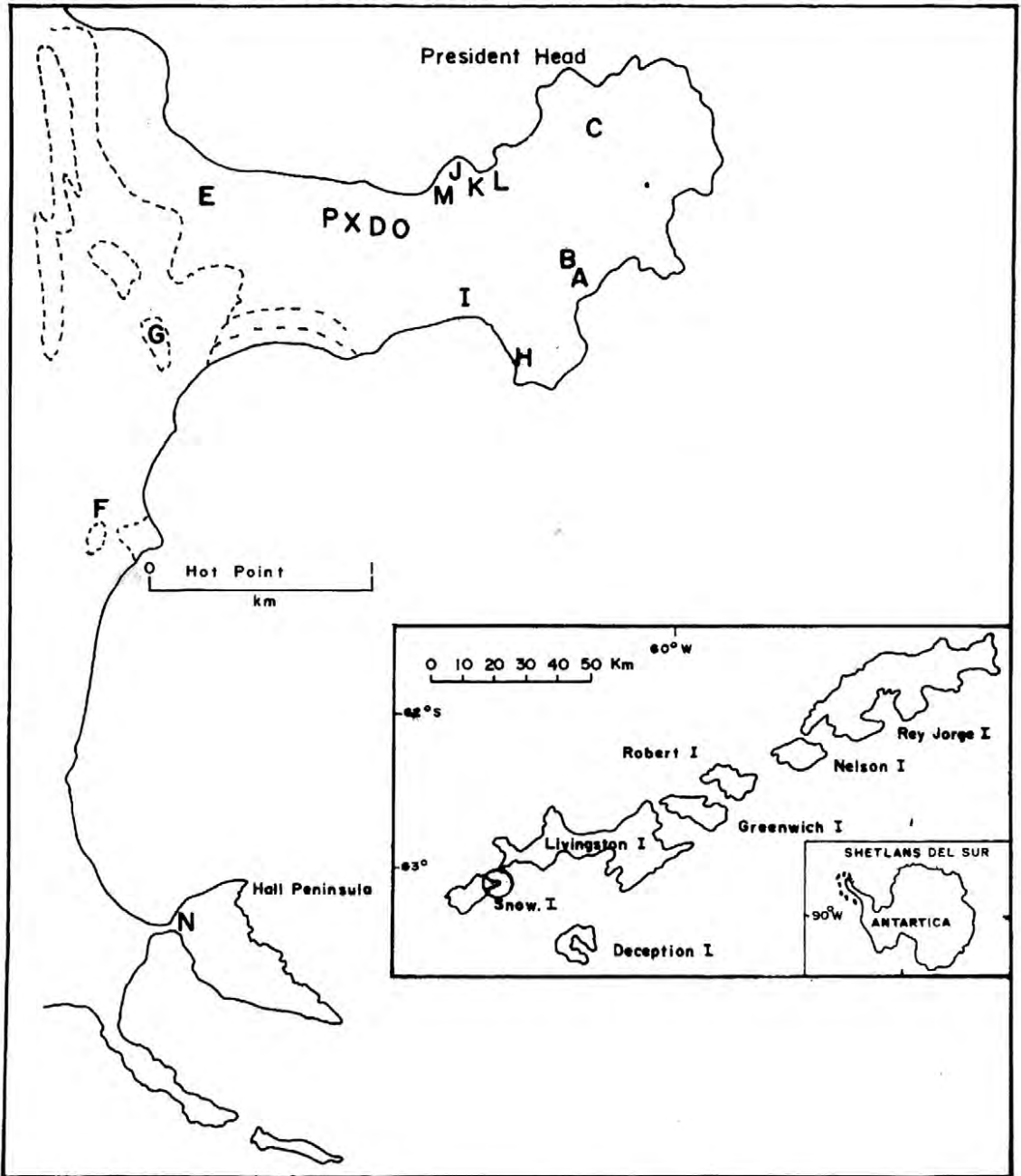
La comparación realizada permite deducir que la especie encontrada en la Antártica puede clasificarse como *Neozamites*, pero es claramente diferente de las especies anteriormente descritas con lo cual se justifica la proposición de una nueva especie.

#### CUADRO 1

Comparación entre *Neozamites hervei* n. sp. y otras especies del género *Neozamites* Vakhrameev

Especie	Largo del folíolo en cm	Ancho del folíolo en cm	Disposición de los dientes	Pares de dientes	Venas por Diente	venas/cm
1	4 a 6	0,7 - 1,5	alternos	10 a 12	s/i	26 a 30
2	2,5 a 3	0,8 - 1	opuestos	4 - 5	1 a 2	
3	2 a 4,5	0,5 - 1	opuesto a no marcados	s/i	s/i	
4*	4,5 a 7	1,1	alternos	5 a 6	1 a 2	12
5	4,5 a 5	0,7 a 1,1	alternos	5 a 6	1 a 2	18 a 22
6	3	1,4	alternos	3 a 4	2 a 6	26
<i>N. hervei</i>	10 a 15	1,4	opuestos /alter	9 a 11	1 a 2	10 a 12

1-*Neozamites verchojanensis* Vakhrameev (1962); 2- *N. lebedevii* Vakhrameev (1962); 3- *N. denticulatus* Kryshtofovich y Prynada( 1932); 4- \**N. elongata* Kimura y Sakido (1971); 5- *N. elongatus* y 6-*N. intermedius* Nakazawa, Sun *et al.*, (1993)



Snow Island (adat Smellie et al 1982)

Fig. 1 Mapa de localización de President Head, en la isla Snow, indicando los puntos fosilíferos

### Consideraciones Paleoecológicas

La asociación vegetal hasta ahora determinada para esta localidad es considerada como una de las más importantes del Cretácico Inferior de las islas Shetland del Sur (Torres *et al.*, 1997 b). Contiene helechos (26%), Pteridospermales (21%), Artrófitas (3%), Coniferales (6%) y un alto porcentaje de Cicadeoidófitas (41%), entre las cuales las Bennettitales (*Zamites*, *Otozamites*, *Ptilophyllum*, *Dictyozamites* y *Neozamites*) son frecuentes. Resulta evidente que la asociación vegetal era importante también en otras zonas del Gondwana.

La presencia de grandes hojas bien conservadas permite aseverar que las plantas crecían cerca de las zonas de depositación, particularidad ya mencionada por Philippe *et al.*, (1995). La presencia de estas grandes hojas con los caracteres morfológicos bien conservados en las impresiones estudiadas, permiten inferir condiciones ambientales húmedas y probablemente en relación con condiciones palustres de depositación, antecedentes compatibles con los proporcionados en Torres *et al.* (1997a y 1997b) y Cantrill (1997).

Los folíolos encontrados son a la fecha los más anchos conocidos para las Bennettitales de los géneros *Zamites*, *Otozamites* y *Ptilophyllum*, a excepción de *Dictyozamites*, que sí suele presentar folíolos anchos. Si consideramos la presencia de dientes en los folíolos y hacemos una analogía con las plantas actuales que más se le asemejan que son las Cicadales (las Bennettitales desaparecieron todas en el Cretácico) se puede indicar que prácticamente todas las especies parecidas que presentan dientes en el borde y que fueron consultadas (*Dion purpussii*, *Dion espinulosus*, *Chigua restrepoi*, *Encephalartos cupidus*, *Zamia loddigessi*, entre otras), se desarrollan en condiciones de gran humedad, algunas tienen sus hábitat en las montañas en regiones subtropicales o cálidas templadas, con inviernos fríos y veranos calurosos (Jones, 1982). Podría eventualmente considerarse que la presencia de dientes en los folíolos indicarían condiciones ambientales similares.

### Consideraciones estratigráficas y bio-geográficas

La atribución de una edad Aptiana para los sedimentos fosilíferos de President Head, propuesta inicialmente por Philippe *et al.*, (1995), Torres *et al.*, (1997) es confirmada y la edad es reforzada por el descubrimiento de este género en la Antártica. Como se dijo, todas las especies anteriormente determinadas para el género *Neozamites*, corresponden al Cretácico Inferior y eventualmente esta especie puede servir de taxón guía.

La presencia del género *Neozamites* en la Antártica demuestra que la repartición no es exclusiva al hemisferio norte. Por otro lado, todas las evidencias del conjunto anteriormente determinado Torres *et al.*, (1997) permitían aseverar relaciones muy estrechas con la India y con Sudamérica. Este nuevo hallazgo permite mostrar la originalidad de la flora de la Antártica, continente que por encontrarse en la parte central del supercontinente Gondwana pudo ser el centro de origen y de radiación de muchas especies, como otros autores, sin evidencias, habían señalado con anterioridad. La presencia de este género, sólo conocido en el hemisferio norte, permite inferir que la flora en el Cretácico continuaba siendo muy similar en todo el planeta.

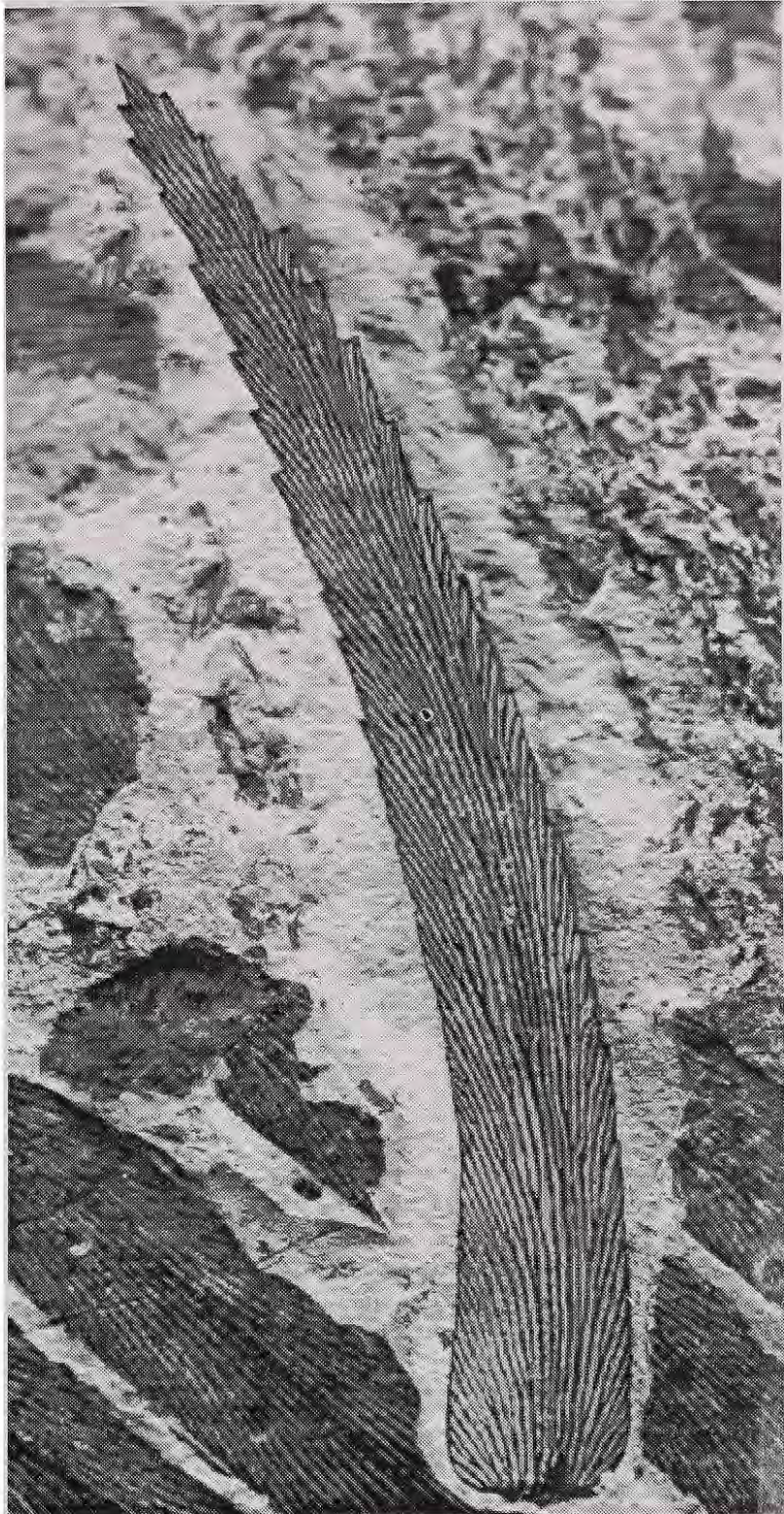


Fig. 2 *Neozamites hervei* n.sp. Detalle de un folíolo mostrando los bordes dentados y las singulares nervaduras de la impresión fósil.

## CONCLUSIONES

1. Se describe por primera vez el género *Neozamites* para la Antártica y se propone una nueva especie *Neozamites hervei*, perteneciente a las Bennettitales.
2. El género tiene un interés crono-estratigráfico puesto que todas las especies conocidas pertenecen al Cretácico Inferior, con lo cual se reafirma la edad propuesta para los sedimentos con flora fósil de la isla Snow.
3. El género tiene un interés bio-geográfico ya que su repartición conocida a la fecha se limitaba a la China, Rusia y Japón. La presencia de *Neozamites* en las Shetland del Sur, confirma nuestra apreciación inicial sobre la importancia de las plantas fósiles de la isla Snow, en el conocimiento de la flora del Mesozoico en el hemisferio sur.
4. La presencia de estas plantas con grandes foliolos en una asociación vegetal variada y rica en donde las Bennettitales eran un importante elemento, permite inferir que las condiciones ambientales eran probablemente cálidas y húmedas, con inviernos fríos y veranos calurosos.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Antártico Chileno por su patrocinio y por permitirnos participar en la Expedición Antártica, en el verano de 1996. Este estudio fue realizado gracias a los proyectos: CNRS/CONICYT 1998, Proyecto INACH 11/97 y Programa de Desarrollo Antártico de la Universidad de Chile. Se agradece a los revisores que permitieron mejorar la presentación de este artículo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAYA, R y F. HERVE, 1965. Estudio geomorfológico y geológico en las islas Shetland del Sur Antártica. Ser. Cient. INACH 8: 1- 76.
- GREGUSS, P., 1968. Xylotomy of the living Cycads with a description of their leaves and epidermis. Akad. Kiado, Budapest. 1-260, 185 pls. 80 figs.
- JONES, D. J., 1993. Cycas of the World. Ed. Young, J. Sydney 312pp.
- KIMURA, T and S. SEKIDO, 1971 The discovery of the cycad-like leaflets with toothed margin from the Lower cretaceous Itoshiro Subgroup, the Tetori group, Central Honshu, Japan. Proc. Palaeont. Soc. Japan 84:190-195; pl.24.
- KRASSILOV, V.A., 1967. Early Cretaceous flora of Southern Primorye and its stratigraphical significance. Acad. Sci. 364p., 93 pl. Moscow (en ruso).
- KRYSHTOFOVICH, A.N., and V.D. PRYNADA., 1932. Contribution to the Mesozoic flora of the Ussuriland. Bull. U. Geol. Prosp. Surv. USSR 51(22): 363-374. pl. 1-2.
- PHILIPPE, M., T. TORRES, G. BARALE. and F. THEVERNARD., 1995. President Head, Snow Island, (South Shetland Islands) a key-point for Antarctica Mesozoic paleobotany;. C. R. Acad. Sc. Paris, Sér. IIA, 321: 1055- 1061.

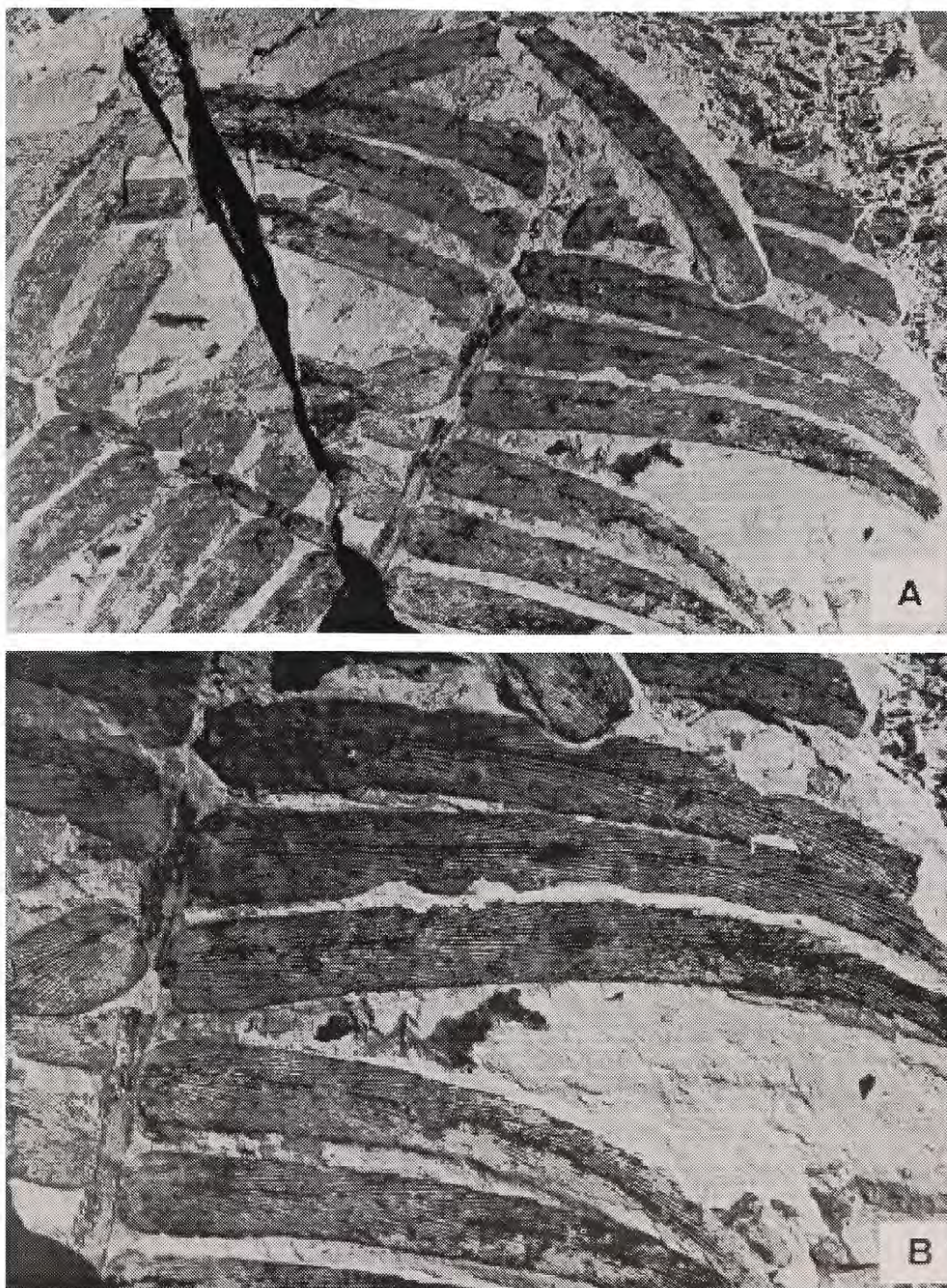


Fig. 3. *Neozamites hervei* A) Raquis con folíolos largos de bordes dentados. B) Folíolos con detalles de las nervaduras.

- VAKHRAMEEV, V. A., 1962. New Early Cretaceous Cycadophytes from Yakutia. *Paleont. Journal*, 3:123-129, 2 pl. Moscow (en ruso).
- VASSILEVSKAJA, N.D., 1966. Some Early Cretaceous plants from Dzigansk region (Lena Coal-bearing Basin) *Sci. Rep., Inst. Artic Geol.*, 15 : 49-76, 1-7 (en Ruso).
- YANG, X.L. and L.W.SUN., 1982. Fossil plants from the Shahezi and Yingcheng Formation in Southern part of the Songhuajiang-Liaohe Basin, NE-China. *Acta Palaeont. Sinica*. 21(5):588-596 3pl. ( en chino con abstract en inglés).
- SUN, G., T. NAKAZAWA, T. OHANA, and T. KIMURA., 1993. Two *Neozamites* (Bennettitales) from the Lower Cretaceous of Northeast China and the Inner Zone of Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, 172: 264-276. -6 fig. Decembre 30, 1993.
- TORRES, T.M. PHILIPPE, H.GALLEGUILLOS, and F.HAUK, 1995. Nuevos descubrimientos de restos vegetales en la isla Snow, Shetland del Sur, Antártica. *Boletín Antártico Chileno*. Págs: 25-28, Santiago.
- TORRES, T.G. BARALE, H.MEON, M.PHILIPPE and F.THEVENARD, 1997a. Cretaceous floras from Snow Island (South Shetland Islands, Antarctica) and their biostratigraphic significance. In: RICCI, C.A ed. *Geological Evolution Processes.*, Terre Antarctica Publication, Siena 1: 1023-1028.
- TORRES, T., G. BARALE, F. THEVENARD, M. PHILIPPE and H. GALLEGUILLOS., 1997 b. Morfología y sistemática de la flora del Cretácico Inferior de President Head, isla Snow, Archipiélago de las Shetland del Sur. *Ser. Cient. INACH*. 47:59-86.