

Article original

Polen y esporas de la Formación La Irene (Maastrichtiano), sudoeste de la provincia de Santa Cruz, Argentina: primeros resultados[☆]

Pollen and spores of the La Irene Formation (Maastrichtian), Southwestern Santa Cruz Province: First results

Pollen et spores de la Formation La Irene (Maastrichtien), sud-ouest de la province de Santa Cruz, Argentine : premiers résultats

Leticia Povilauskas ^{a,*}, Viviana Barreda ^a, Sergio Marenssi ^b

^a Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, División Paleobotánica, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Av. Ángel Gallardo 470, C1405DJR, Buenos Aires, Argentina

^b Instituto Antártico Argentino, Universidad de Buenos Aires y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Cerro 1248, Buenos Aires, Argentina

Recibido el 13 de noviembre 2007; aceptado en el 8 julio 2008

Available online 26 September 2008

Resumen

Se da a conocer el primer registro palinológico de la Formación La Irene, en afloramientos del sudoeste de la provincia de Santa Cruz. Esta unidad representa la sedimentación de un episodio regresivo desde ambientes transicionales o de planicie deltaica, hasta un sistema fluvial con canales entrelazados. La asociación palinológica, escasa y de preservación moderada, está dominada por elementos de origen continental (leños, cutículas, esporas y granos de polen) con muy escasa participación de componentes marinos (quistes de dinoflagelados). En el espectro continental se destacan esporas de pteridófitas y granos de polen de angiospermas y gimnospermas en orden decreciente de abundancia. También se reconocen esporas de briófitas y restos de hongos. Entre las pteridófitas dominan las cyateáceas y el género *Laevitagoспорites* de afinidad botánica incierta. Entre las angiospermas son abundantes las chlorantáceas (*Clavatipollenites* sp.) y arecáceas (*Arecipites* spp., *Longapertites* sp., *Spinizonocolpites hialinus* Archangelsky y Zamaloa). En forma subordinada se documentan liliáceas (*Liliacidites* spp.), proteáceas (*Proteacidites* sp., *Peninsulalapollis gillii* (Cookson) Dettmann y Jarzen, *Retidiporites camachoii* Archangelsky), ericáceas (*Ericipites scabratus* Harris) y otras angiospermas de afinidad no determinada. Las gimnospermas están representadas por polen de podocarpáceas (*Podocarpidites* spp.) y efedráceas (*Equisetosporites* sp.). Estas asociaciones palinológicas son indicativas de una vegetación costera, dominada por helechos y angiospermas, bajo condiciones paleoclimáticas cálidas y al menos localmente húmedas. La Formación La Irene se asigna al Maastrichtiano sobre la base de evidencias estratigráficas; esta edad es a su vez sustentada por el rango temporal de las especies de polen y esporas presentes y por las similitudes encontradas con asociaciones previamente descriptas. Este es el registro más austral de *Spinizonocolpites*, afín al polen de la palmera de manglar actual *Nypa*.

© 2008 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Abstract

Palynological assemblages are reported for the first time for the La Irene Formation, southwestern Santa Cruz Province, Argentina. This unit represents the sedimentation during a regressive period from transitional or delta-plain to fluvial environments. Palynological assemblages are scarce and moderately well preserved. They mainly consist of continental elements (wood remains, cuticles, spores and pollen grains) with scarce

[☆] Editor correspondiente: Marc Philippe.

* Autor correspondiente.

Dirección correo electrónico : lepovalauskas@macn.gov.ar (L. Povilauskas).

marine palynomorphs (dinoflagellate cysts). The spore-pollen assemblages are dominated by fern spores, followed by angiosperm and gymnosperm pollen grains. Bryophyte spores and fungal remains are also present. Among ferns, Cyatheaceae and spores of *Laevigatosporites*, of uncertain affinity, are dominant. Of the angiosperm pollen, those of Chloranthaceae (*Clavatipollenites* sp.) and Arecaceae (*Arecipites* spp., *Longapertites* sp., *Spinizonocolpites hialinus* Archangelsky and Zamaloa) are the most abundant. Pollen of Liliaceae (*Liliacidites* spp.), Proteaceae (*Proteacidites* sp., *Peninsulapollis gillii* (Cookson) Dettmann and Jarzen, *Retidiporites camachoii* Archangelsky) and Ericaceae (*Ericipites scabratus* Harris) are also present. Gymnosperm pollen is represented by Podocarpaceae (*Podocarpidites* spp.) and Ephedraceae (*Equisetosporites* sp.). These palynological suites would represent a fern-angiosperm dominated coastal vegetation, developed under warm and at least locally humid climatic conditions. La Irene Formation is considered Maastrichtian in age based on stratigraphic evidence, which is, in turn consistent with the ages suggested by the species ranges and the similarities observed with others previously described assemblages. This is the southernmost record of *Spinizonocolpites*, similar to the extant mangrove palm *Nypa*.

© 2008 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Résumé

On présente le premier enregistrement palynologique de la Formation La Irene, dans des affleurements du sud-ouest de la province de Santa Cruz. Cette unité représente la sédimentation d'un épisode régressif dans des environnements transitionnels ou de plaine deltaïque, évoluant vers un système fluvial à canaux entrelacés. L'association palynologique, pauvre et modérément préservée, comporte notamment des éléments d'origine continentale (bois, cuticules, spores et grains de pollen) et une faible présence de composants marins (kystes de dinoflagellés). L'assemblage continental présente notamment des spores de ptéridophytes et des grains de pollen d'angiospermes et de gymnospermes selon un ordre décroissant d'abondance. On reconnaît également des spores de bryophytes et des débris de champignons. Parmi les ptéridophytes on trouve notamment des Cyatheacées et le genre d'affinité botanique incertaine *Laevigatosporites*. Parmi les angiospermes, on trouve une abondance de Chloranthacées (*Clavatipollenites* sp.) et d'Arécacées (*Arecipites* spp., *Longapertites* sp., *Spinizonocolpites hialinus* Archangelsky et Zamaloa). Des Liliacées (*Liliacidites* spp.), des Protéacées (*Proteacidites* sp., *Peninsulapollis gillii* (Cookson) Dettmann et Jarzen, *Retidiporites camachoii* Archangelsky), des Ericacées (*Ericipites scabratus* Harris) et d'autres angiospermes à affinité non déterminée sont également présentes. Les gymnospermes sont représentées par le pollen des Podocarpacées (*Podocarpidites* spp.) et des Ephédracées (*Equisetosporites* sp.). Ces associations palynologiques évoquent une végétation côtière, dominée par des fougères et des angiospermes, sous des conditions paléoclimatiques chaudes et, au moins localement, humides. La Formation La Irene est assignée au Maastrichtien sur la base d'évidences stratigraphiques; cet âge est à la fois étayé par l'âge des espèces de pollens et de spores présentes et par les similarités trouvées avec des associations antérieurement décrites. Il s'agit de l'enregistrement le plus austral de *Spinizonocolpites*, qui présente une affinité avec le pollen du palmier de mangrove actuel *Nypa*.

© 2008 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Palabras clave : Provincia de Santa Cruz; Palinología; Maastrichtiano; Formación La Irene

Keywords: Santa Cruz Province; Palynology; Maastrichtian; La Irene Formation

Mots clés : Province de Santa Cruz ; Palynologie ; Maastrichtien ; Formation La Irene

1. Introducción

Los estudios palinológicos del Cretácico Superior del sector austral de Patagonia son escasos y se restringen a unas pocas contribuciones, en su mayoría, de carácter bioestratigráfico (Marenssi et al., 2004; Guler et al., 2004). El objetivo de este trabajo es dar a conocer el primer hallazgo de palinomorfos en la Formación La Irene (Macellari et al., 1989), tratando de reconstruir los tipos de vegetación presentes así como efectuar inferencias paleoclimáticas y temporales para los niveles portadores.

Este estudio se enmarca dentro de un proyecto general más ambicioso que tiene por finalidad avanzar en el conocimiento de las comunidades florísticas del Cretácico Superior de la Cuenca Austral; en él se presta especial atención al análisis de las angiospermas, grupo que durante el Cretácico experimentó un claro proceso de radiación y diversificación (Hughes, 1976; Crane y Lidgard, 1989; Lidgard y Crane, 1990; Friis et al., 2006). El estudio de la Formación La Irene constituye un primer paso en pos de ese objetivo general.

La Formación La Irene aflora en el borde occidental del valle del río Leona y en ambas márgenes del lago Argentino, SO de la

provincia de Santa Cruz, y constituye parte del relleno de la Cuenca Austral. Al sur del lago Argentino, esta unidad representa los afloramientos cuspídales de las barrancas meridionales de las estancias Huiliches y La Anita, con afloramientos continuos sobre la margen derecha del arroyo Calafate desde la base del cerro Calafate hasta la porción media-inferior del curso del arroyo Moyano (Fig. 1). Las muestras analizadas para este estudio fueron colectadas en la sección inferior del perfil aflorante sobre la margen derecha del arroyo Calafate (50°22'55" S – 72°13'50" O), en la base del cerro homónimo (Fig. 2).

2. Marco geológico

La Formación La Irene fue originalmente considerada por Arbe y Hechem (1984) como un Miembro de la Formación Anita, junto a los Miembros El Barco, La Asunción y Cachorro. Posteriormente, Macellari et al. (1989) y Kraemer y Riccardi (1997) la elevaron a la categoría de Formación. Según Arbe y Hechem (1984) y Arbe (1987), en la base del cerro Calafate, esta unidad suprayace a la Formación Cerro Fortaleza y es cubierta en paraconcordancia por la Formación Chorrillo. Fue

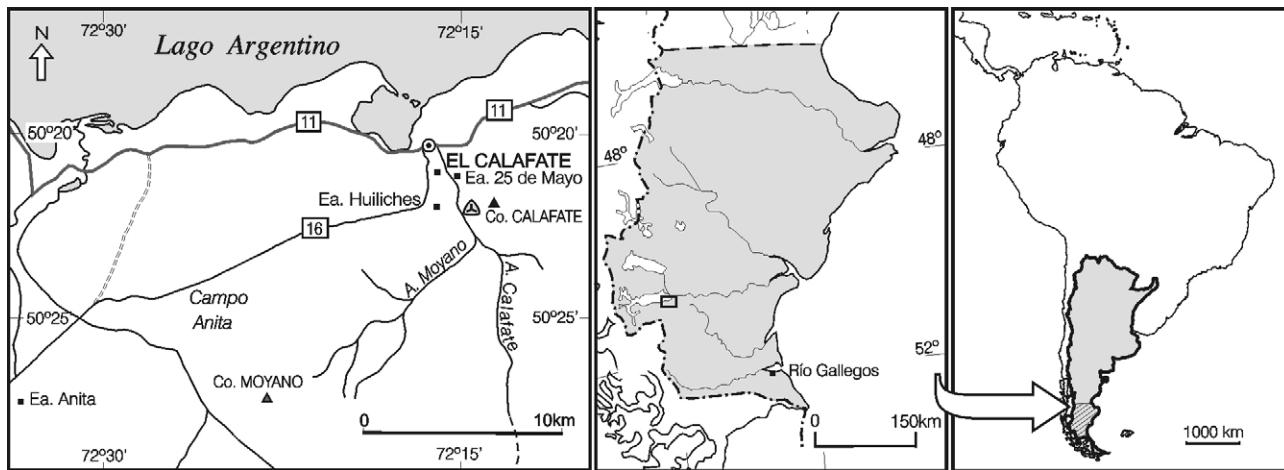


Fig. 1. Mapa de ubicación.
Location map.

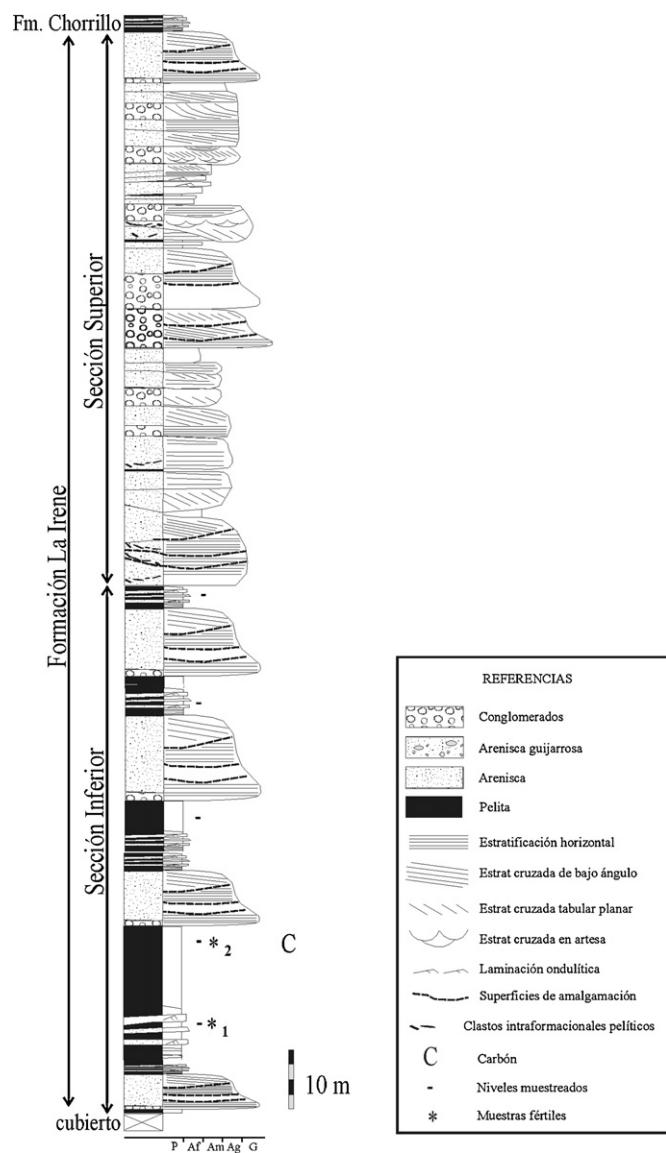


Fig. 2. Perfil de la Formación La Irene.
Stratigraphic section of the La Irene Formation.

interpretada como depósitos de cursos fluviales de moderada sinuosidad, meandriformes, con depósitos intermareales a submareales con acción combinada de olas y mareas en la base de la sección, que gradan a cursos fluviales anastomosados de alta energía hacia el tope de la unidad.

Al sur de El Calafate, la Formación La Irene alcanza un espesor de hasta 220 m pero se acuña rápidamente hacia el sur. Según Macellari et al. (1989), esta unidad se dispone en discordancia sobre la Formación La Anita y representaría una sedimentación en sistemas fluviales entrelazados.

Las observaciones efectuadas por uno de nosotros (SM) señalan que en el valle del río Leona la Formación La Irene suprayace en forma erosiva a las sedimentitas de la Formación Cerro Fortaleza, pero al sur de la ciudad de El Calafate, presenta aparente continuidad con las rocas de la Formación Anita. En la boca del arroyo Calafate, base de nuestra sección, el contacto está cubierto. Por otra parte, la Formación La Irene presenta un rápido pasaje transicional hacia la suprayacente Formación Chorrillo con la cual forma parte del mismo ciclo sedimentario.

En la base del cerro Calafate se ha medido una columna de aproximadamente 230 m de espesor correspondiente a la unidad aquí considerada (Fig. 2). Los 110 m inferiores representan una sucesión de bancos arenosos de colores castaño amarillento claro a blanquecino y paquetes pelíticos oscuros en ciclos granodecrescentes que se apilan formando una sucesión con una clara tendencia grano y estrato creciente. Los bancos arenosos (arena gruesa a fina) presentan espesores crecientes desde 2 m en la base a más de 9 m, mientras que las pelitas intercaladas muestran una tendencia contraria con espesores que van desde los 15 m en la base a 1 m. En el tope de los paquetes pelíticos inferiores (los más espesos) se preservan intervalos de pelitas carbonosas, finamente laminadas, de los cuales se extrajeron las muestras que dieron fériles y motivan este trabajo. Los 120 m superiores corresponden a una sucesión de bancos arenosos y conglomerádicos amalgamados en donde la preservación de intervalos pelíticos es sumamente infrecuente. Nuevamente los ciclos individuales presentan un arreglo granodecrescente.

Según nuestra interpretación paleoambiental preliminar sobre la base de evidencias sedimentológicas estas rocas representan la evolución de sistemas fluviales progresivamente más energéticos con algún tipo de influencia marina y/o interacción con ambientes transicionales o deltaicos en la base

de la sección. La sección inferior presenta una alternancia de fajas de canales arenosos con planicies pelíticas las cuales van desapareciendo progresivamente pasando a la sección superior en la cual sólo se preservan depósitos de canal arenoconglomerádicos.

Tabla 1

Lista de especies, conteos y afinidades botánicas de los palinomorfos identificados.
Species list, counts and botanical affinities of the identified palynomorphs.

Taxones	Afinidad Botánica	Muestra 1		Muestra 2	
		Conteo	%	Conteo	%
Esporas					
<i>Baculatisporites comaumensis</i> (Cookson) Potonié, 1956	Osmundaceae	1	tr	14	2
<i>Baculatisporites</i> sp	Osmundaceae	1	tr	10	1,5
<i>Ceratosporites equalis</i> Cookzon y Dettmann, 1958	Selaginellaceae/Lycopodiaceae	1	tr	1	tr
<i>Cicatricosporites australiensis</i> (Cookson) Potonié, 1956 (Fig. 5(4))	Schizaeaceae	2	0,5	1	tr
<i>Cyathidites minor</i> Couper, 1953 (Fig. 5(6))	Cyatheaceae	51	15	35	5
<i>Cyathidites</i> sp.	Cyatheaceae	146	41,5	140	20
<i>Gabonisporites</i> sp. (Fig. 5(12))	—	—	—	1	tr
<i>Gleicheniidites senonicus</i> Ross, 1949 (Fig. 5(8))	Gleicheniaceae	2	0,5	1	tr
<i>Granulatisporites</i> sp.	Osmundaceae	17	5	1	tr
<i>Ischyosporites volkheimeri</i> Filatoff, 1975	Schizaeaceae	2	0,5	1	tr
<i>Laevigatosporites ovatus</i> Wilson y Webster, 1946 (Fig. 5(17))	—	67	20	105	15
<i>Matonisporites</i> sp. (Fig. 5(2))	Matoniaceae	1	tr	7	1
<i>Perotrilites majus</i> (Cookson y Dettmann) Evans, 1970 (Fig. 5(7))	Selaginellaceae	—	—	1	tr
<i>Retitriletes austroclavatidites</i> (Cookson) Döring, Krutzsch, Mai y Schultz, 1963	Lycopodiaceae	1	tr	2	tr
<i>Rouseisporites reticulatus</i> Pocock, 1962 (Fig. 5(3))	Ricciaceae <i>Riccia</i>	4	1	3	0,5
<i>Stereisporites antiquasporites</i> (Wilson y Webster) Dettmann, 1963	<i>Sphagnum</i>	1	tr	1	tr
<i>Verrucosporites</i> sp. (Fig. 5(1))	—	—	—	1	tr
Polen de gimnospermas					
<i>Cycadopites nitidus</i> (Balme) de Jersey, 1964 (Fig. 5(11))	Cycadales, Bennettitales	1	tr	1	tr
<i>Equisetosporites</i> sp. (Fig. 5(16))	Ephedraceae	3	0,5	3	0,5
<i>Gamerroites psilasaccus</i> (Archangelsky y Romero) Archangelsky, 1988	Podocarpaceae	1	tr	1	tr
<i>Microcachrydites antarcticus</i> Cookson ex Couper, 1953 (Fig. 5(5))	Podocarpaceae	1	tr	1	tr
<i>Phyllocladidites mawsonii</i> Cookson ex Couper, 1953 (Fig. 5(9))	Podocarpaceae	3	0,5	3	0,5
<i>Podocarpidites</i> cf. <i>ellipticus</i> Cookson, 1947 (Fig. 5(14))	Podocarpaceae	17	5	24	3,5
<i>Podocarpidites elegans</i> Romero, 1977 (Fig. 5(13))	Podocarpaceae	16	4,5	24	3,5
<i>Trisaccites microsaccatum</i> (Cookson) Couper, 1960 (Fig. 5(10))	Podocarpaceae	1	tr	1	tr
Polen de angiospermas					
<i>Arecipites minutiscabrus</i> Mc Intyre, 1968 (Fig. 6(1, 2, 6))	Arecaceae	9	2,5	84	12
<i>Arecipites</i> sp. (Fig. 6(7))	Arecaceae	3	1	31	4,5
<i>Clavatipollenites</i> sp. (Fig. 6(8, 13))	Chloranthaceae	1	tr	133	19
<i>Ericipites scabrus</i> Harris, 1965 (Fig. 6(23))	Ericales	—	—	3	0,5
<i>Liliacidites</i> cf. <i>variegatus</i> Couper, 1960 (Fig. 6(11, 12))	Liliaceae	1	tr	21	3
<i>Liliacidites</i> sp. (Fig. 6(17, 18))	Liliaceae	1	tr	35	5
<i>Longapertites</i> sp. (Fig. 6(21, 22))	Arecaceae	—	—	1	tr
<i>Nyssapollenites</i> cf. <i>squamosus</i> Dettmann, 1973 (Fig. 6(15, 20))	Nyssaceae	2	0,5	3	0,5
<i>Peninsulapollis gillii</i> (Cookson) Dettman y Jarzen, 1988 (Fig. 6(29))	Proteaceae	2	0,5	3	0,5
<i>Proteacidites</i> sp.	Proteaceae	2	0,5	1	tr
<i>Psilatricolporites</i> sp. (Fig. 6(27))	—	1	tr	1	tr
<i>Retidiporites camachoii</i> Archangelsky, 1973 (Fig. 6(19))	Proteaceae	—	—	1	tr
<i>Rhoipites</i> cf. <i>minusculus</i> Archangelsky, 1973 (Fig. 6(28))	—	2	0,5	4	0,5
<i>Rhoipites</i> sp. (Fig. 6(9–14))	—	—	—	3	0,5
<i>Rousea patagonica</i> Archangelsky, 1973 (Fig. 6(26, 30, 31))	—	—	—	4	0,5
<i>Senipites</i> sp. (Fig. 6(24, 25))	Symplocaceae	—	—	3	0,5
<i>Spinizonocolpites hialinus</i> Archangelsky y Zamaloa, 1986 (Fig. 6(3–5, 10, 16))	Arecaceae <i>Nypa</i>	1	tr	2	tr
Dinoflagelados					
<i>Cleistosphaeridium</i> sp. (Fig. 5(19))	Dinophyceae	1	tr	—	—
Quiste indeterminado (Fig. 5(15))	Dinophyceae	—	—	2	tr
Totales de palinomorfos contados y porcentajes		366	100%	718	100%

3. Materiales y métodos

Las muestras estudiadas fueron procesadas siguiendo técnicas estándar en palinología consistentes en: (1) ataques con ácidos HCl y HF, para la eliminación de los carbonatos y silicatos, respectivamente, (2) lavados con ácido HCl diluido, (3) filtrado por mallas de 25 µm y 10 µm, y (4) montaje con gelatina glicerina. De los 5 niveles procesados, sólo 2 brindaron residuo orgánico significativo (muestras 1 y 2). El material recuperado se encuentra bien preservado, pudiendo efectuarse asignaciones taxonómicas precisas.

Las preparaciones palinológicas se encuentran depositadas en la colección del Museo Regional Provincial “Padre Manuel Jesús Molina” de la ciudad de Río Gallegos, Provincia de Santa Cruz, Argentina; bajo la sigla MPM-MP y los números de catálogo 1920 (muestra 1) y 1921 (muestra 2).

El estudio fue llevado a cabo con un microscopio Leitz Dialux del Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” (División Paleobotánica), y las fotomicrografías fueron tomadas con una cámara digital Coolpix 4500. Las coordenadas del material ilustrado corresponden a la reglilla *England Finder*.

En la Tabla 1 se incluyen los resultados de los conteos efectuados sobre dos preparados palinológicos completos por muestra y los porcentajes obtenidos para cada una de las especies presentes en la asociación. La abundancia de taxones seleccionados fue representada por medio de histogramas (Fig. 3).

Se aplicaron técnicas estadísticas multivariadas para analizar las similitudes de la Formación La Irene con otras unidades. Sobre la base de la presencia o ausencia de taxones (Tabla 2), se confeccionó una matriz básica de datos (Tabla 3), donde se consideraron como OTUs (Unidades Taxonómicas Operativas) a las formaciones comparadas y como caracteres a

las especies presentes. Se utilizó el programa PAST (Hammer et al., 2001) analizándose la matriz por medio de la técnica Q (asociación de OTUs). Se utilizó el coeficiente de asociación de Jaccard obteniéndose una matriz de similitud (Tabla 4) con valores que varían entre 1 y 0, donde 1 representa la máxima similitud entre las OTUs comparadas y 0 la mínima. El diagrama de agrupamiento – cluster – (Fig. 4) fue confeccionado a partir de la técnica de ligamiento promedio (UPGMA); en su extremo superior se expresan los valores de similitud, y en el inferior el coeficiente de correlación cofenética.

4. Resultados

4.1. Características de las asociaciones

Las asociaciones palinológicas recuperadas provienen de la sección inferior de la Formación La Irene, en su perfil del cerro Calafate, y están integradas por esporas, polen y dos especies de quistes de dinoflagelados en cantidades muy reducidas (trazas). Se reconoce una elevada participación de restos carbonosos, leños y cutículas, así como una variedad de esporas de hongos no determinadas. Se pudieron identificar 42 tipos morfológicos de esporas y polen asignados a nivel de género y en la mayor parte de los casos a especie (Tabla 1; Figs. 5 y 6).

Las asociaciones están integradas por esporas de helechos del tipo *Cyathidites* (Cyatheaceae) junto con *Laevigatosporites* y *Granulatisporites* sp. (de afinidad botánica desconocida). Particularmente en la muestra 1, las esporas alcanzan más del 80% del espectro palinológico (Tabla 1 y Fig. 3). En la muestra 2, además del grupo anterior, las angiospermas son abundantes (Tabla 1 y Fig. 3), particularmente las chlorantáceas (*Clavatipollenites* sp.) y las arecáceas (*Arecipites minutiscab-ratus*, *Arecipites* sp., *Longapertites* sp., *Spinizonocolpites hialinus*), seguidas por las liliáceas (*Liliacidites* cf. *variegatus*,

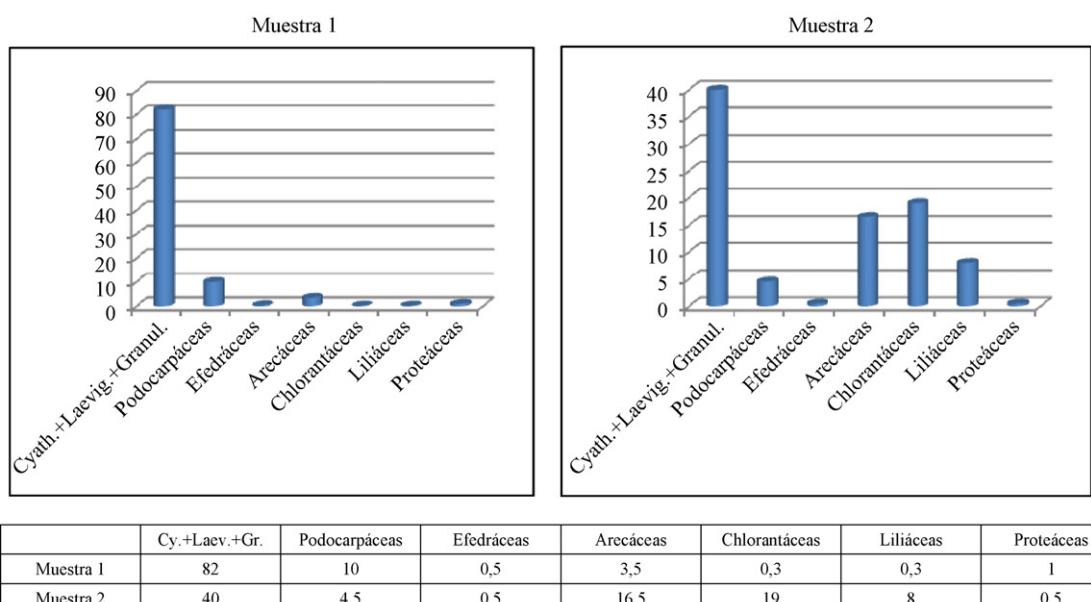


Fig. 3. Histogramas de abundancia de taxones seleccionados presentes en las muestras estudiadas.
Abundance histograms of selected taxa present in the studied samples.

Tabla 2

Lista de presencia/ausencia de especies y/o géneros de la Formación La Irene y otras unidades del Campaniano tardío, Maastrichtiano y Paleoceno de la región austral de Sudamérica y Península Antártica. **1.** Formación Pedro Luro, **2.** Formación Loncoche, **3.** Formación Los Alamitos, **4.** Formación Paso del Sapo, **5.** Formación Lefipán, **6.** Formación Salamanca, **7.** Formación Cerro Dorotea, **8.** Formación López de Bertodano, (● especies en común; ○ géneros en común).

Presence/absence scheme for species and/or genera in the La Irene Formation and other late Campanian, Maastrichtian and Paleocene units in southern South America and Antarctic Peninsula. **1.** Pedro Luro Formation. **2.** Loncoche Formation. **3.** Los Alamitos Formation. **4.** Paso del Sapo Formation. **5.** Lefipán Formation. **6.** Salamanca Formation. **7.** Cerro Dorotea Formation. **8.** López de Bertodano Formation, (● shared species; ○ shared genera).

Fm. La Irene	1	2	3	4	5	6	7	8
Eспорas								
<i>Baculatisporites comaumensis</i>					●	○		●
<i>Baculatisporites</i> sp.								●
<i>Ceratosporites equalis</i>					●			●
<i>Cicatricosporites australiensis</i>								○
<i>Cyathidites minor</i>	●	●	●	●	●		●	●
<i>Cyathidites</i> sp.								
<i>Gabonisporites</i> sp.								
<i>Gleicheniidites senonicus</i>	●	●	●	●	○	●		●
<i>Granulatisporites</i> sp.					○			
<i>Ischyosporites volkheimeri</i>	○	○	○					
<i>Laevigatosporites ovatus</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Matonisporites</i> sp.	○	○				○		
<i>Perotrilites majus</i>								●
<i>Retitriletes austroclavatidites</i>	●	●	●					
<i>Rouseisporites reticulatus</i>	●	●						●
<i>Stereisporites antiquasporites</i>	●	●	●	●	●	●		●
<i>Verrucosporites</i> sp.								
Polen de gimnospermas								
<i>Cycadopites nitidus</i>		○	○	○	●	○		○
<i>Equisetosporites</i> sp.	○	○	○		○			○
<i>Gamerroites psilasaccus</i>	●							
<i>Microcachryidites antarcticus</i>	●	●	○	●	●			●
<i>Phyllocladidites mawsonii</i>			○		●			●
<i>Podocarpidites</i> cf. <i>ellipticus</i>	○		○	○		●	○	○
<i>Podocarpidites elegans</i>		●			●			
<i>Trisaccites microsaccatum</i>					○		●	●
Polen de angiospermas								
<i>Arecipites minutiscabrus</i>	●		○		●	●		●
<i>Arecipites</i> sp.								
<i>Clavatipollenites</i> sp.					○			
<i>Ericipites scabrus</i>								
<i>Liliacidites</i> cf. <i>variegatus</i>	●	●	●	●	●	●	●	○
<i>Liliacidites</i> sp.								○
<i>Longapertites</i> sp.					○	○		
<i>Nyssapollenites</i> cf. <i>squamulosus</i>					○	○		
<i>Peninsulapollis gillii</i>	●	●	●		●	●		●
<i>Proteacidites</i> sp.	○				○	○		●
<i>Psilatricolporites</i> sp.	○		○	○	○	○	○	○
<i>Retidiporites camachoii</i>						●		
<i>Rhoipites</i> cf. <i>minusculus</i>	●				●	●		
<i>Rhoipites</i> sp.			○				○	○
<i>Rousea patagonica</i>				●	●	●		
<i>Senipites</i> sp.					○	○		
<i>Spinizonocolpites hialinus</i>		●			●	●		

Liliacidites sp.) y proteáceas (*Penninsulapollis gillii*, *Proteacidites* sp., *Retidiporites camachoii*). Las ericáceas (*Ericipites subscabrus*), y otras angiospermas de afinidad incierta se presentan como trazas o en porcentajes inferiores al 1%. Entre las gimnospermas, las podocarpáceas (*Podocarpidites* cf. *ellipticus*, *Microcachryidites antarcticus*, *Phyllocladidites mawsonii*, *Trisaccites microsaccatum*) se hallan en muy bajas proporciones igual que las efedráceas (*Equisetosporites* sp.). Los quistes de dinoflagelados son muy escasos, uno de

ellos referible al género *Cleistosphaeridium* y otro indeterminado.

4.2. Comparación con otras asociaciones del centro y sur de Argentina y Antártida

Se encontraron similitudes generales entre las asociaciones palinológicas de la Fm. La Irene y las descriptas para otras secuencias campanianas, maastrichtianas y paleocenas del

Tabla 3

Matriz básica de datos: **a**. *Spinizonocolpites hialinus*, **b**. *Senipites* sp., **c**. *Rousea patagonica*, **d**. *Rhoipites* cf. *minusculus*, **e**. *Retidiportites camachoi*, **f**. *Psilatricolporites* sp., **g**. *Proteacidites* sp., **h**. *Peninsulapollis gillii*, **i**. *Nyssapollenites* cf. *squamulos*, **j**. *Longapertites* sp., **k**. *Liliacidites* cf. *variegatus*, **l**. *Ericipites* *scabrus*, **m**. *Clavatipollenites* sp., **n**. *Arecipites minutiscabrus*, **o**. *Trisaccites microsaccatum*, **p**. *Podocarpidites* cf. *ellipticus*, **q**. *Phyllocladidites mawsonii*, **r**. *Microcachryidites antarcticus*, **s**. *Equisetosporites* sp., **t**. *Cycadopites nitidus*, **u**. *Stereisporites antiquasporis*, **v**. *Rouseisporites reticulatus*, **w**. *Gleicheniidites senonicus*, **x**. *Cyathidites minor*, **y**. *Ceratosporites equalis*, **z**. *Baculatisporites comaumensis*.

Data matrix.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
La Irene	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Pedro Luro	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	
Loncoche	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	
Los Alamitos	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	
Paso del Sapo	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	
Lefipán	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
Salamanca	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	
Cerro Dorotea	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
L. Bertodano	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Tabla 4

Matriz de similitud (coeficiente Jaccard).

Similarity matrix (Jaccard coefficient).

	La Irene	P. Luro	Loncoche	L. Alam.	P. Sapo	Lefipán	Salaman.	Dorotea	L. Bert.
La Irene	1	0,38462	0,38462	0,42308	0,34615	0,88462	0,65385	0,19231	0,65385
P. Luro	0,38462	1	0,33333	0,61538	0,35714	0,375	0,42105	0,25	0,42105
Loncoche	0,38462	0,33333	1	0,61538	0,46154	0,375	0,28571	0,15385	0,42105
L. Alam.	0,42308	0,61538	0,61538	1	0,66667	0,41667	0,4	0,33333	0,55556
P. Sapo	0,34615	0,35714	0,46154	0,66667	1	0,33333	0,36842	0,4	0,36842
Lefipán	0,88462	0,375	0,375	0,41667	0,33333	1	0,6	0,16667	0,6
Salamanca	0,65385	0,42105	0,28571	0,4	0,36842	0,6	1	0,15789	0,41667
Dorotea	0,19231	0,25	0,15385	0,33333	0,4	0,16667	0,15789	1	0,22222
L. Bert.	0,65385	0,42105	0,42105	0,55556	0,36842	0,6	0,41667	0,22222	1

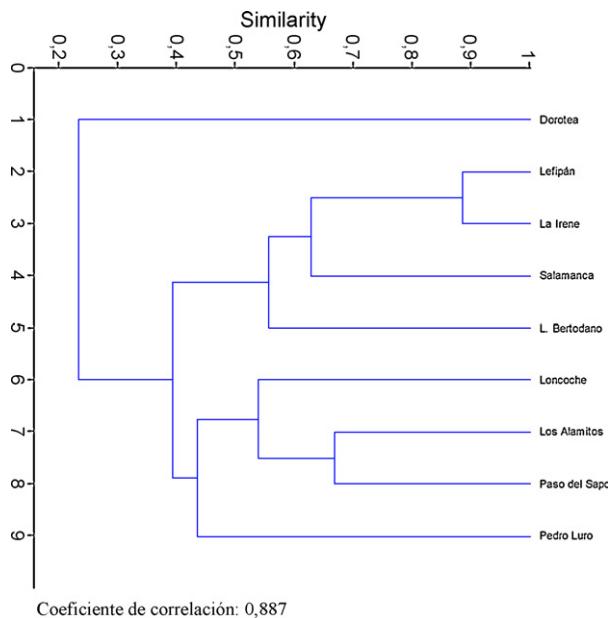


Fig. 4. Dendrograma mostrando el agrupamiento de formaciones basado en el coeficiente de similitud Jaccard y la técnica UPGMA (matriz básica de datos en Tabla 3).

Dendrogram showing the cluster of formations, based on Jaccard index and UPGMA technique (data matrix in Table 3).

centro y sur de Argentina y Antártida. Para efectuar la comparación se utilizaron técnicas estadísticas multivariadas (detalladas en materiales y métodos), comparándose las asociaciones sobre la base de la presencia/ausencia de taxones. Las asociaciones consideradas en este análisis, incluidas en la matriz básica de datos (Tabla 3), provienen de las formaciones:

- Pedro Luro, Maastrichtiano-Daniano, provincia de Buenos Aires (Ruiz y Quattrocchio, 1997a, 1997b);
- Loncoche, Maastrichtiano, provincia de Mendoza (Papú, 2002);
- Los Alamitos, Campaniano tardío, provincia de Río Negro (Papú y Sepúlveda, 1995);
- Paso del Sapo, Maastrichtiano, provincia del Chubut (Papú, 1988a, 1988b, 1989);
- Lefipán, Maastrichtiano, provincia del Chubut (Baldoni, 1992; Baldoni y Askin, 1993);
- Salamanca, Daniano, provincia del Chubut (Archangelsky, 1973; Archangelsky y Zamaloa, 1986);
- Cerro Dorotea, Paleoceno, provincia de Santa Cruz (Freile, 1972);
- López de Bertodano, Maastrichtiano/Daniano, península Antártica (Baldoni y Barreda, 1986; Askin, 1989, 1990a, 1990b).

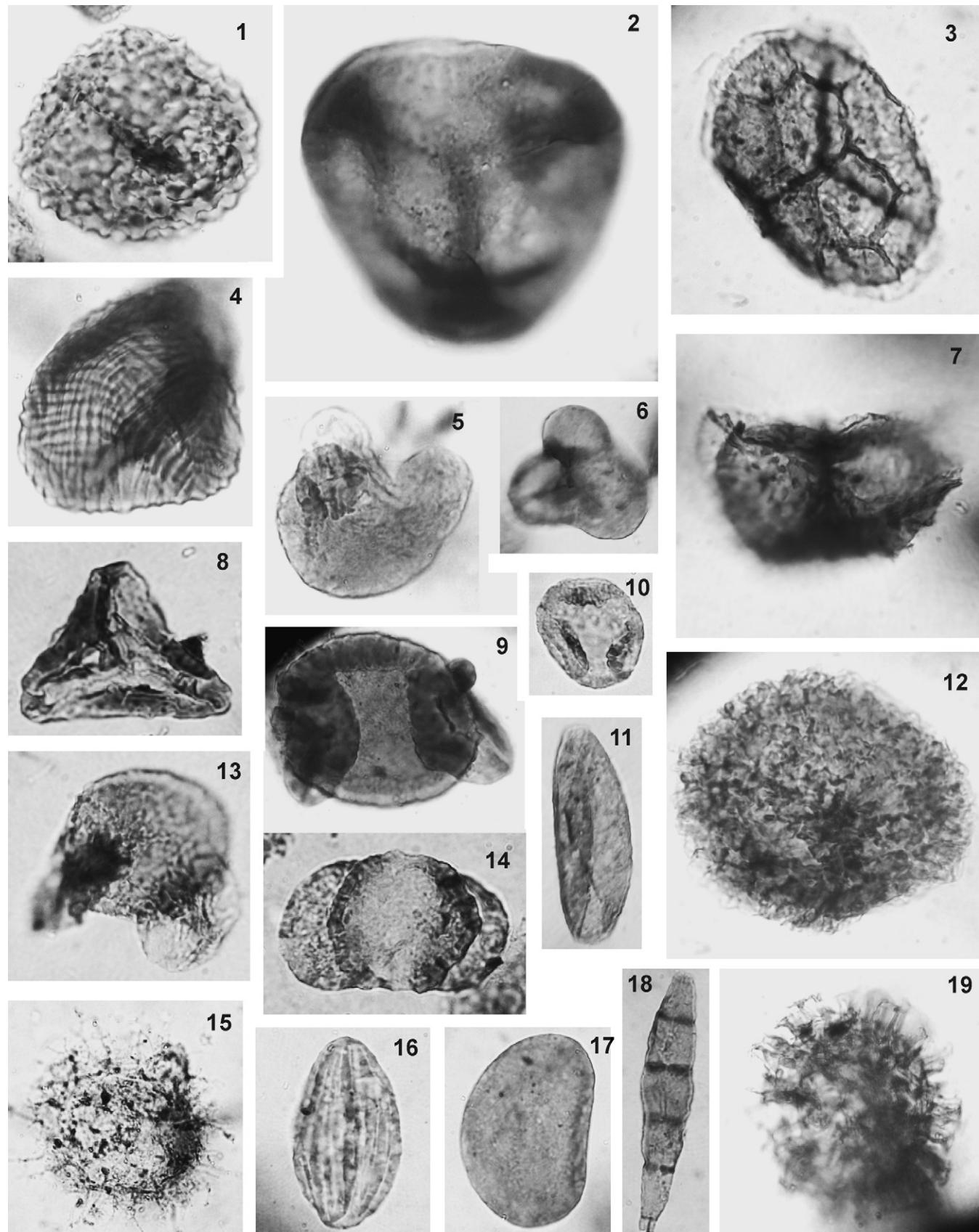


Fig. 5. 1. *Verrucosporites* sp., MPM-MP 1921e X55-4. 2. *Matonisporites* sp., MPM-MP 1921c E48-2. 3. *Rouseisporites reticulatus* Pocock, MPM-MP 1921a P30-3. 4. *Cicatricosporites australiensis* (Cookson) Potonié, MPM-MP 1921a G30-1. 5. *Microcachryidites antarcticus* Cookson, ex Couper, MPM-MP 1921e N36. 6. *Cyathidites minor* Couper, MPM-MP 1921c Z42-4. 7. *Perotrilites majus* (Cookson y Dettmann) Evans, MPM-MP 1921b J39/J40-1. 8. *Gleicheniidites senonicus*

El diagrama de agrupamiento obtenido luego de la aplicación del programa PAST (Fig. 4), muestra tres grupos básicos de unidades. Un primer grupo, donde se encuentra la Formación La Irene junto con las formaciones Lefipán (Maastrichtino, provincia del Chubut), Salamanca (Daniano, provincia del Chubut) y López de Bertodano (Maastrichtiano/Daniano, Antártida). Un segundo grupo, con menores similitudes con la Formación La Irene, integrado por las formaciones Loncoche (Maastrichtiano, provincia de Mendoza), Los Alamitos (Campaniano tardío, provincia de Río Negro), Paso del Sapo (Maastrichtiano, provincia del Chubut) y Pedro Luro (Maastrichtiano-Daniano, provincia de Buenos Aires). Por último, un tercer grupo con muy baja similitud con el resto, integrado exclusivamente por la Formación Cerro Dorotea (Paleoceno, provincia de Santa Cruz).

5. Discusión

5.1. Tipos de vegetación

La composición de las asociaciones de polen y esporas provenientes de las dos muestras fértiles de la Formación La Irene y sus abundancias relativas, sugieren al menos dos tipos principales de asociaciones vegetales. En la muestra 1 (MPM MP 1920), con una alta abundancia relativa de esporas de helechos, estaría representada la vegetación que bordea una laguna o pantano costero. Entre ellas, las cyateáceas actualmente se desarrollan en regiones pantropicales y son en su mayoría arborescentes; su abundancia en la Formación La Irene estaría indicando condiciones paleoclimáticas cálidas y húmedas. Las otras dos especies de esporas que son abundantes (*Laevigatosporites ovatus* y *Granulatisporites* sp.) no tienen afinidades definidas. Este sería prácticamente el único tipo de vegetación bien representado en la muestra 1.

En la muestra 2 (MPM MP 1921), en cambio, además de la asociación anterior, se reconoce otro grupo vegetal dominado chlorantáceas y arecáceas. Las chlorantáceas aunque mayormente herbáceas incluyen algunas formas leñosas y son comunes en los trópicos y subtropicales. Las arecáceas reúnen plantas arbustivas y arborescentes distribuidas en la actualidad en las regiones ecuatorial, tropical y subtropical. En particular la presencia de *Spinizonocolpites*, comparable con el género de palmera actual *Nypa*, sugiere el desarrollo de comunidades costeras desarrolladas bajo condiciones de clima cálido y al menos localmente húmedo. Esta palmera, se encuentra altamente adaptada a desarrollarse en comunidades tropicales de ambientes costeros, en posiciones intermareales.

5.2. Edad

Los palinomorfos de la Formación La Irene sólo pueden aportar una guía general sobre la edad de los niveles portadores.

La mayoría de las especies tienen un rango estratigráfico amplio en secuencias bien datadas del Hemisferio sur, particularmente de Australia y Nueva Zelanda. En Sudamérica y Antártica la información disponible de secuencias del Cretácico Tardío y Paleógeno temprano es limitada. Sin embargo, la abundancia de polen de arecáceas en latitudes medias y altas es característica de asociaciones de fines del Cretácico o principios del Paleógeno. En el centro y sur de Argentina, esta familia fue reconocida a partir del Maastrichtiano representada por los géneros *Arecipites*, *Longapertites* y *Spinizonocolpites* (Fig. 7). *Arecipites* está bien representado en las formaciones Los Alamitos (Campaniano tardío), Pedro Luro (Maastrichtiano/Daniano), Lefipán (Maastrichtiano) y Salamanca (Daniano). *Longapertites patagonicus* fue definido para el Daniano de la Formación Salamanca y considerado afín a la familia Palmae sobre la base de sus características aperturales (Archangelsky, 1973). Otros registros de esta especie corresponden al Maastrichtiano de la Fm. Lefipán (Baldoni y Askin, 1993). El material presente en la Fm. La Irene es comparable con *Longapertites patagonicus* pero sus dimensiones son menores. Otras especies de *Longapertites* se documentan a partir del Maastrichtiano en Brasil y Nigeria, y del Daniano en la región del Caribe (Regali et al., 1974; Germeraad et al., 1968). En particular, *Spinizonocolpites*, vinculable con el género actual *Nypa*, es característico del Maastrichtiano-Paleoceno de la Provincia Palmae (Germeraad et al., 1968; Herngreen et al., 1996) y en Argentina *Spinizonocolpites hialinus* fue identificado en las formaciones Loncoche (Maastrichtiano), Lefipán (Maastrichtiano) y Salamanca (Daniano).

Ericipites scabratus, afín a ericáceas, fue definido para el Paleoceno de Australia (Harris, 1965) y en Argentina se documenta por primera vez en el Maastrichtiano de la Fm. Lefipán (Baldoni y Askin, 1993).

Por otra parte, los registros más antiguos de proteáceas en el centro y sur de Argentina, hasta el momento corresponden al Campaniano tardío de la Formación Los Alamitos, representadas por *Penninsulapollis gillii* (Papú y Sepúlveda, 1995), especie afín al género actual *Beauprea* (Dettmann y Jarzen, 1988). También fue reconocida en las formaciones Salamanca (Daniano) y Cerro Dorotea (Paleoceno). En Antártida, Australia y Nueva Zelanda, *P. gillii* muestra una distribución comparable con sus primeros registros a partir del Campaniano tardío (Dettmann y Jarzen, 1988; Stover y Partridge, 1973; Mildenhall, 1977; Raine, 1984). Otras proteáceas referidas en sentido amplio al género *Proteacidites* fueron documentadas en varias secuencias del Maastrichtiano y Daniano de Patagonia y Antártida (formaciones Pedro Luro, Lefipán, Salamanca y López de Bertodano). Por su parte, *Retidiopites camachoii*, definida para la Fm. Salamanca y también considerada afín a las Proteáceas (Archangelsky, 1973), hasta ahora no había sido documentada en otras unidades. Una especie comparable,

Ross, MPM-MP 1921b N51-3. **9.** *Phyllocladidites mawsonii* Cookson, ex Couper, MPM-MP 1921c Q52-4. **10.** *Trisaccites microsaccatum* (Cookson) Couper, MPM-MP 1921c T40-3. **11.** *Cycadopites nitidus* (Balme) de Jersey, MPM-MP 1921d Z31-4. **12.** *Gabonisporites* sp., MPM-MP 1921a T56-1. **13.** *Podocarpidites elegans* Romero, MPM-MP 1921e V56-3. **14.** *Podocarpidites* cf. *ellipticus* Cookson, MPM-MP 1921e Z39-3. **15.** Quiste de dinoflagelado indet., MPM-MP 1921a O58-1. **16.** *Equisetosporites* sp., MPM-MP 1921d Q27-4. **17.** *Laevigatosporites ovatus* Wilson y Webster, MPM-MP 1921e U49-3. **18.** Espora de hongo, MPM-MP 1921c E41. **19.** *Cleistosphaeridium* sp., MPM-MP 1921b N39-4 (× 1000).

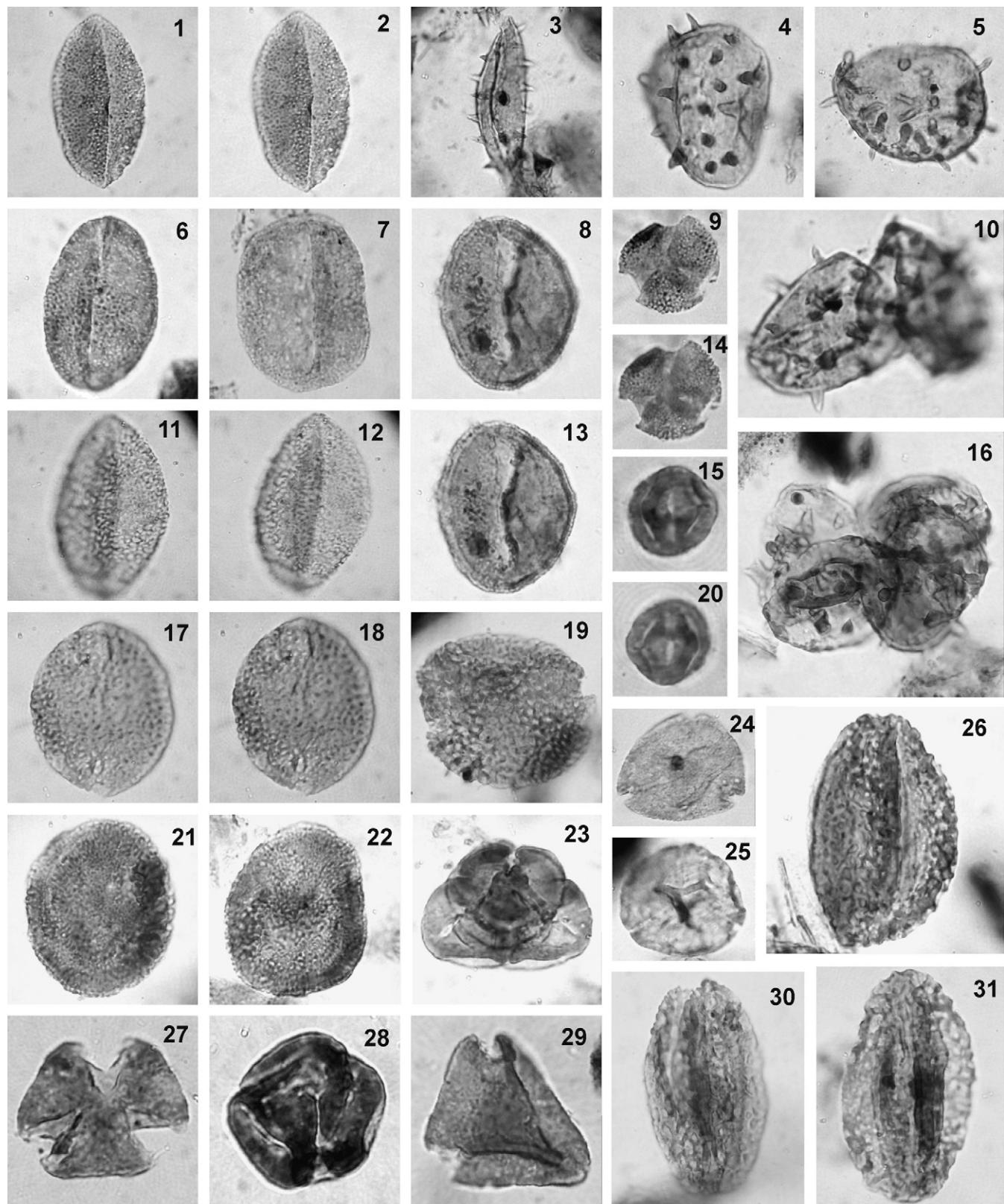


Fig. 6. 1, 2, 6. *Arecipites minutiscabrus* Mc Intyre; 1, 2, MPM-MP 1921c C51-2; 6, MPM-MP 1921e L45-2. 3–5, 10, 16. *Spinizonocolpites hialinus* Archangelsky y Zamaloa; 3, MPM-MP 1921e K34-2; 4, MPM-MP 1921e V34-4; 5, MPM-MP 1921c G44-1; 10, MPM-MP 1921a V33-1; 16, MPM-MP 1921e T40-1. 7. *Arecipites* sp., MPM-MP 1921e Z57-3. 8, 13. *Clavatipollenites* sp., MPM-MP 1921a H39. 11, 12. *Liliacidites* cf. *variegatus* Couper, MPM-MP 1921c U55-4. 9, 14. *Rhoipites* sp., MPM-MP 1921e Q49-1. 17, 18. *Liliacidites* sp., MPM-MP 1921c Y44-4. 19. *Retidiopites camachoii* Archangelsky, MPM-MP 1921e N49-4. 15, 20. *Nyssapollenites* cf. *squamosus* Dettmann, MPM-MP 1921e P37-1. 21, 22. *Longapertites* sp.; 21, MPM-MP 1921e Z49-3; 22, MPM-MP 1921e Z51-4. 23. *Ericipites scabrus* Harris, MPM-MP 1921e E42-2. 26, 30, 31. *Rousea patagonica* Archangelsky; 26, MPM-MP 1921e C42-1; 30, MPM-MP 1921e C42-1; 31, MPM-MP 1921e C42-1.

ESPECIES FÓSILES	EDAD			DISTRIBUCIÓN
	Campaniano	Maastrichtiano	Daniano	
<i>Spinizonocolpites</i> spp.	—	—	—	Argentina (1-3, 6) Caribe, Borneo, Nigeria (14)
<i>Liliacidites</i> cf. <i>variegatus</i>	—	—	—	Argentina (1,3-8)
<i>Retidiaporites camachoii</i>	—	—	—	Argentina (1)
<i>Retidiaporites magdalenensis</i>	—	—	—	Caribe, Borneo, Nigeria (14)
<i>Erecipites scabratus</i>	—	—	—	Argentina (1-3) Australia (11)
<i>Arecipites minutiscabratus</i>	—	—	—	Argentina (1, 3, 7) Antártida (9)
<i>Longapertites</i> spp.	—	—	—	Argentina (1-3) Nigeria (14) Brasil (13) Caribe (14)
<i>Peninsulapollis gillii</i>	—	—	—	Argentina (1,3,5-7) Antártida (9-10) Australia (12) Nueva Zelanda (15-16)

Fig. 7. Distribución cronoestratigráfica de taxones seleccionados, basado en registros de: **Argentina** (1) Archangelsky, 1973; (2) Archangelsky y Zamaloa, 1986; (3) Baldoni y Askin, 1993; (4) Papú, 1989; (5) Papú y Sepúlveda, 1995; (6) Papú, 2002; (7) Ruiz y Quattrocchio, 1997b; (8) Freile, 1972; **Antártida** (9) Baldoni y Barreda, 1986; (10) Dettmann y Jarzen, 1988; **Australia** (11) Harris, 1965; (12) Stover y Partridge, 1973; **Brazil** (13) Regalí et al., 1974; **Caribe, Borneo, Nigeria** (14) Germeraad et al., 1968; **Nueva Zelanda** (15) Mildenhall, 1977; (16) Raine, 1984.

Chronostratigraphic distribution of selected taxa, based on records from: **Argentina** (1) Archangelsky, 1973; (2) Archangelsky and Zamaloa, 1986; (3) Baldoni and Askin, 1993; (4) Papú, 1989; (5) Papú and Sepúlveda, 1995; (6) Papú, 2002; (7) Ruiz and Quattrocchio, 1997b; (8) Freile, 1972; **Antartica** (9) Baldoni and Barreda, 1986; (10) Dettmann and Jarzen, 1988; **Australia** (11) Harris, 1965; (12) Stover and Partridge, 1973; **Brazil** (13) Regalí et al., 1974; **Caribbean, Borneo, Nigeria** (14) Germeraad et al., 1968; **New Zealand** (15) Mildenhall, 1977; (16) Raine, 1984.

Retidiaporites magdalenensis Van der Hammen y Garcia, fue registrada a partir del Maastrichtiano en la región del Caribe, Borneo y Nigeria (Germeraad et al., 1968).

El presente análisis de los biocrones conocidos de especies seleccionadas, presentes en la Fm. La Irene (Fig. 7), permite inferir una edad en el entorno del Maastrichtiano Daniano para los niveles portadores de esta microflora. Este resultado sería coincidente con el que surge del estudio de similitud con otras asociaciones del centro y sur de Argentina y Antártida según los datos expuestos en los párrafos anteriores. Por este método se determinó que las mayores similitudes de la Formación La Irene tienen lugar con la Formación Lefipán (Maastrichtiano, provincia del Chubut), seguida por las formaciones Salamanca (Daniano, provincia del Chubut) y López de Bertodano

(Maastrichtiano/Daniano, Antártida) en orden decreciente de similitud. Es interesante señalar que a pesar de que el número de especies compartidas entre la Formación La Irene y las formaciones Lefipán (17 especies en común), Salamanca (12 especies en común) y López de Bertodano (15 especies en común) es similar, los tipos vegetales dominantes en las tres primeras (provenientes de Patagonia), son muy diferentes a los de la última (proveniente de Antártida). En términos muy generales, las asociaciones patagónicas comparten la abundancia y diversidad de esporas, de polen de arecáceas (*Arecipites* spp., *Longapertites* sp., *Spinizonocolpites* sp.), chlorantáceas (*Clavatipollenites* sp.), liliáceas (*Liliacidites* spp.), la baja representación de podocarpáceas, y la ausencia, o escasez, de nothofagáceas (Archangelsky, 1973; Archangelsky

y Zamaloa, 1986; Baldoni, 1992; Baldoni y Askin, 1993). Las asociaciones antárticas, en cambio, están ampliamente dominadas por nothofagáceas y podocarpáceas (Baldoni y Barreda, 1986; Dettmann y Thomson, 1987; Askin, 1990a, 1990b). Estas diferencias básicas, que sugieren tipos de vegetación y condiciones climáticas distintas para el Cretácico Tardío y Paleoceno de ambas regiones (bosques templados y húmedos en Antártida y una vegetación más cálida y abierta, quizás localmente húmeda en Patagonia), han quedado claramente evidenciadas en el diagrama de agrupamiento.

Las diferencias observadas con respecto a las unidades del segundo grupo de OTUs (Fig. 4): formaciones Loncoche, Pedro Luro, Los Alamitos, Paso del Sapo, del Campaniano tardío, Maastrichtiano o Maastrichtiano/Daniano, podrían estar más vinculadas a un factor paleolatitudinal. Estas asociaciones provienen de unidades expuestas en posiciones más boreales (provincias de Mendoza, Buenos Aires, Río Negro y Chubut, respectivamente) y seguramente se desarrollaron bajo condiciones paleoambientales y paleoclimáticas diferentes. El caso de la Formación Cerro Dorotea, en cambio, aislada del resto de las OTUs, las diferencias podrían deberse a un factor temporal, ya que sus afloramientos son próximos a los de la Fm. La Irene, ambos del sudoeste de la provincia de Santa Cruz.

Por último, el rango Maastrichtiano-Daniano inferido a partir de evidencias palinológicas, se puede restringir aún más a partir de datos estratigráficos. Recientes estudios palinológicos efectuados en la sucesión Cretácica expuesta al sur del lago Viedma, permitieron atribuir una edad maastrichtiana temprana a la Formación Cerro Fortaleza (Povilauskas et al., 2006). La posición infrayacente de la Formación Cerro Fortaleza con respecto a la Formación La Irene, estaría acotando su edad máxima en el Maastrichtiano temprano. Por otra parte, su límite superior también estaría acotado por la edad de la suprayacente Formación Chorillo, portadora de restos de dinosaurios (*Antartosaurus* sp.) del maastrichtiano (Arbe, 2002).

Se puede concluir entonces, en base a evidencias conjuntas: palinológicas y estratigráficas, que la edad más probable para la Fm. La Irene es Maastrichtiana.

6. Conclusiones

El ambiente de deposición inferido para los términos inferiores de la Formación La Irene, tanto por las evidencias sedimentológicas cuantos palinológicas, es de tipo transicional con muy escasa influencia marina.

Las asociaciones esporopolínicas recuperadas de la Fm. La Irene indican la presencia de una vegetación dominada por helechos y angiospermas, sin nothofagáceas y con participación subordinada de gimnospermas. Dentro de estas últimas, en particular, las bajas frecuencias observadas en las podocarpáceas (familia con muy alta productividad polínica), hacen pensar que las mismas no formaron parte de la vegetación local y que fueron transportadas grandes distancias hasta la cuenca de deposición. Esta vegetación se habría desarrollado en ambientes transicionales o deltaicos bajo condiciones templado-cálidas a cálidas y al menos localmente húmedas.

Este es el registro más austral de *Spinizonocolpites*, vinculable con la palmera actual *Nypa*.

La Formación La Irene fue atribuida al Maastrichtiano sobre la base de sus relaciones estratigráficas con las unidades infra- y suprayacentes. Esta edad es sustentada por el rango temporal de las especies de polen y esporas presentes y por las similitudes encontradas con otras asociaciones previamente descriptas para el centro y sur de Argentina y Antártida. Posteriores estudios en otras secuencias maastrichtianas de la región permitirán tener una idea más acabada acerca de la composición y evolución de las paleofloras y de los ambientes de deposición en el sur de Sudamérica.

Agradecimientos

El trabajo fue financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica (PICT 10747 y 32320). Se agradece a los revisores por sus valiosos comentarios, a Mauro Passalá por su asesoramiento en la utilización del Programa estadístico PAST y a Amalia González por la confección de una de las figuras.

Referencias

- Arbe, H.A., 1987. El Cretácico de la Cuenca Austral. Boletín de Informaciones Petroleras 9, 91–110.
- Arbe, H.A., 2002. Análisis estratigráfico del Cretácico de la Cuenca Austral. En: Haller, M.J. (Ed.), Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz. Relatorio del 15º Congreso Geológico Argentino, El Calafate 1, pp. 103–128.
- Arbe, H.A., Hechem, J.J., 1984. Estratigrafía y facies de depósitos marinos profundos del Cretácico Superior, Lago Argentino, Provincia de Santa Cruz. Actas 9º Congreso Geológico Argentino, San Carlos de Bariloche 5, pp. 7–41.
- Archangelsky, S., 1973. Palinología del Paleoceno de Chubut 1. Descripciones sistemáticas. Ameghiniana 10, 339–399.
- Archangelsky, S., Zamaloa, M.C., 1986. Nuevas descripciones palinológicas de las Formaciones Salamanca y Bororó, Paleoceno de Chubut, República Argentina. Ameghiniana 23, 35–46.
- Askin, R.A., 1989. Endemism and heterochroneity in the Late Cretaceous (Campanian) to Paleocene palynofloras of Seymour Island, Antarctica: Implications for origins, dispersal and palaeoclimates of southern floras. In: Crame, J.A. (Ed.), Origins and Evolution of the Antarctic Biota. Geological Society of London Special Publication 147, pp. 107–119.
- Askin, R.A., 1990a. Campanian to Paleocene spore and pollen assemblages of Seymour Island, Antarctica. Review of Palaeobotany and Palynology 65, 105–113.
- Askin, R.A., 1990b. Cryptogam spores from the upper Campanian and Maastrichtian of Seymour Island, Antarctica. Micropaleontology 36, 141–156.
- Baldoni, A.M., 1992. Palynology of the Lower Lefipán Formation (Upper Cretaceous) of Barranca de los Perros, Chubut Province, Argentina. Part 1. Cryptogam spores and gymnosperm pollen. Palynology 16, 117–136.
- Baldoni, A.M., Askin, R.A., 1993. Palynology of the Lower Lefipán Formation (Upper Cretaceous) of Barranca de los Perros, Chubut Province, Argentina. Part 2. Angiosperm pollen and discussion. Palynology 17, 241–264.
- Baldoni, A.M., Barreda, V., 1986. Estudio palinológico de las formaciones López de Bertodano y Sobral, Isla Vicecomodoro Marambio, Antártida. Boletim IG-USP, serie científica 17, 89–98.
- Crane, P.R., Lidgard, S., 1989. Angiosperm diversification and paleolatitudinal gradients in Cretaceous Floristic diversity. Science 246, 675–678.
- Dettmann, M.E., Jarzen, D.M., 1988. Angiosperm pollen from uppermost Cretaceous strata of southeastern Australia and the Antarctica Peninsula. Memoir of the Association of Australasian Palaeontologists 5, 217–237.

- Dettmann, M.E., Thomson, M.R.A., 1987. Cretaceous palynomorphs from the James Ross Island area, Antarctica - a pilot study. *British Antarctic Survey Bulletin* 77, 13–59.
- Freile, C., 1972. Estudio palinológico de la Formación Cerro Dorotea (Maastrichtiano-Paleoceno), de la Provincia de Santa Cruz. *Revista del Museo de la Plata (Nueva Serie)*. Paleontología 6, 39–63.
- Friis, E.M., Pedersen, K.R., Crane, P.R., 2006. Cretaceous angiosperm flowers: Innovation and evolution in plant reproduction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 232, 251–293.
- Germeraad, J.H., Hopping, C.A., Muller, J., 1968. Palynology of Tertiary sediments from tropical areas. *Review of Palaeobotany and Palynology* 6, 189–348.
- Guler, M.V., Guerstein, G.R., Casadío, S., 2004. New dinoflagellate cyst species from the Calafate Formation (Maastrichtian), Austral Basin, Argentina. *Ameghiniana* 42, 419–428.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4, 9 pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- Harris, W.K., 1965. Basal Tertiary microfloras from the Pincetown area, Victoria, Australia. *Palaeontographica* 115, 75–106.
- Herngreen, G.F.W., Kedves, M., Rovnina, L.V., Smirnova, S.B., 1996. Cretaceous palynofloral provinces: a review. En: Jansonius, J., McGregor, D.C. (Eds.), *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation 3, pp. 1157–1188.
- Hughes, N.F., 1976. *Palaeobiology of angiosperm origins*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kraemer, P.E., Riccardi, A.C., 1997. Estratigrafía de la región comprendida entre los lagos Argentino y Viedma (49°40' – 50°10' lat.S), Provincia de Santa Cruz. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 52, 333–360.
- Lidgard, S., Crane, P.R., 1990. Angiosperm diversification and Cretaceous floristic trends: a comparison of palynofloras and leaf macrofloras. *Paleobiology* 16, 77–93.
- Macellari, C.E., Barrio, C.A., Manassero, M.J., 1989. Upper Cretaceous to Paleocene depositional sequences and sandstone petrography of southwestern Patagonia (Argentina and Chile). *Journal of South American Earth Sciences* 2, 223–239.
- Marenssi, S., Guler, M.V., Casadío, S., Guerstein, G.R., Papú, O., 2004. Sedimentology and bioestratigraphy of Maastrichtian deposits from Austral Basin, Argentina. *Cretaceous Research* 25, 907–918.
- Mildenhall, D.C., 1977. Cretaceous palynomorphs from the Waihere Bay Group and Kahuitara Tuff, Chatham Islands, New Zealand. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics* 20, 655–672.
- Papú, O.H., 1988a. Estudio palinológico de la Formación Paso del Sapo (Cretácico Superior) en la localidad de “Los Fortines”, valle medio del Río Chubut. Parte 1: Esporas triletes Laevigati y Apiculati. *Actas 4º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, Mendoza 3, pp. 63–73.
- Papú, O.H., 1988b. Estudio palinológico de la Formación Paso del Sapo (Cretácico Superior) en la localidad de “Los Fortines”, valle medio del Río Chubut. Parte 2: Esporas triletes Murornati, Tricrassati y esporas monoletas. *Actas 4º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, Mendoza 3, pp. 75–85.
- Papú, O.H., 1989. Estudio palinológico de la Formación Paso del Sapo (Cretácico superior), valle medio del Río Chubut. Granos de polen, consideraciones estadísticas, paleoecológicas y paleoambientales. *Ameghiniana* 25, 193–202.
- Papú, O.H., 2002. Nueva microflora de edad maastrichtiana en la localidad de Calmu-Co, sur de Mendoza, Argentina. *Ameghiniana* 39, 415–426.
- Papú, O.H., Sepúlveda, E., 1995. Datos palinológicos de la Formación Los Alamitos en la localidad de Montoniló, Departamento de 25 de Mayo, Río Negro, Argentina. *Actas 6 Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, Trelew 1994, 1, pp. 195–200.
- Povilauskas, L., Palamarczuk, S., Barreda, V., Bellosi, E., Novas, F., Ambrosio, A., Ottone, G., 2006. Edad y paleoambiente de depósitos del Cretácico tardío del SO de la Provincia de Santa Cruz: evidencias palinológicas. *Resúmenes del 13º Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología*, Bahía Blanca, pp. 51.
- Raine, J.I., 1984. Outline of a palynological zonation of Cretaceous to Paleocene terrestrial sediments in west coast region, South Island, New Zealand. *New Zealand Geological Survey* 109, 1–82.
- Regali, M., Uesugui, N., Santos, A., 1974. Palinología des sedimentos mesozoicos do Brazil (II). *Boletín Técnico de Petrobras* 17, 263–301.
- Ruiz, L.C., Quattrochio, M.E., 1997a. Estudio palinológico de la Formación Pedro Luro (?Maastrichtiano-Paleoceno) en la Cuenca del Colorado, República Argentina. Parte 1: Esporas triletes, Laevigati, Murornati, Tricassati, Cingulati y Zonati. *Revista Española de Micropaleontología* 29, 13–29.
- Ruiz, L.C., Quattrochio, M.E., 1997b. Estudio palinológico de la Formación Pedro Luro (?Maastrichtiano-Paleoceno) en la Cuenca del Colorado, República Argentina. Parte 2: Turma Saccites, Plicates, Poroses e Incertae Sedis. *Revista Española de Micropaleontología* 29, 115–137.
- Stover, L.E., Partridge, A.D., 1973. Tertiary and Late Cretaceous spores and pollen from the Gippsland Basin, southeastern Australia. *Proceedings of the Royal Society of Victoria* 85, 237–286.