

## Estudio bioestratigráfico integrado del perfil La Horqueta (límite Aptiano-Albiano), lago Cardiel, Patagonia, Argentina

Francisco MEDINA<sup>1</sup>, Sergio ARCHANGELSKY<sup>2</sup>, Verónica GULER<sup>3</sup>,  
Ana ARCHANGELSKY<sup>2</sup> & Orlando CÁRDENAS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dep. De Geociencias, Facultad de Cs. Ex. y Naturales, UBA, famedina@gl.fcen.uba.ar. <sup>2</sup>División Paleobotánica, Museo Argentino de Cs. Ns. 'B. Rivadavia', Av. A. Gallardo 470 (1405) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, e-mail aarchangelsky@yahoo.com.ar, sarcang@fibertel.com.ar, palincard@yahoo.com.ar. <sup>3</sup>Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, San Juan 670, (8000) Bahía Blanca, Buenos Aires, CONICET, e-mail vguler@criba.edu.ar

**Abstract: Integrated biostratigraphical study of La Horqueta section (Aptian-Albian boundary), Cardiel lake, Patagonia, Argentina.** La Horqueta at Cardiel lake is a classical section in Santa Cruz province where marine invertebrates include ammonites of the Aptian-Albian transition. New collections at this site yielded palynological remains from several horizons in both Río Mayer Formation (latest Aptian) and Piedra Clavada Formation (earliest Albian). Marine dinoflagellate cysts are found in the lower part of the section; they agree with an Aptian to earliest Albian age suggested by ammonites. Statistical counts of six palynological groups show the dominance of the conifer family Cheirolepidiaceae in the Río Mayer Formation coinciding with the presence of dinoflagellate cysts and the gradual increase of pteridophytic spores and saccate pollen, mainly of the family Podocarpaceae in the upper Piedra Clavada Formation. Angiosperm pollen is present throughout the section although it is more significant in the upper Piedra Clavada Formation where several new types have their first appearance (tricolpate, tricolporoidate and other types). Most palynological taxa are found across the whole section and many are known to occur in other units cropping out in this area, as the Baqueró Group (Early Aptian) or Kachaike Formation (Mid-Late Albian). Only few selected and probably significant species have been found to be of a possible biostratigraphic value and their distribution along the section is shown in a chart.

**Key words:** Biostratigraphy, Palynology, Aptian-Albian boundary, Patagonia, Argentina.

**Resumen:** El perfil La Horqueta en el lago Cardiel, provincia de Santa Cruz, es una localidad clásica donde se hallan invertebrados marinos -inclusive amonites- de la transición Aptiano-Albiano. Nuevas colecciones en este perfil brindaron restos palinológicos en varios horizontes que abarcan las formaciones Río Mayer (Aptiano Tardío) y Piedra Clavada (Albiano Temprano). Dinoquistes marinos se hallan en la parte inferior del perfil; ellos sugieren una edad aptiana tardía a albiana temprana, coincidiendo con los datos proporcionados por los amonites. Conteos estadísticos de seis grupos palinológicos confirman la dominancia de la familia de coníferas Cheirolepidiaceae en la Formación Río Mayer; en coincidencia con la presencia de dinoquistes, y un gradual incremento de esporas pteridofíticas y polen vesiculado, principalmente de la familia Podocarpaceae, en la sección superior del perfil correspondiente a la Formación Piedra Clavada. Toda la sección presenta polen de angiospermas, siendo más significativa su presencia en la Formación Piedra Clavada, donde nuevos tipos hacen su aparición (tricolpados, tricolporoides y otros). La mayor parte de los taxones ocurren en otros afloramientos de esta región, como en el Grupo Baqueró (Aptiano Temprano) o la Formación Kachaike (Albiano medio-tardío). Solo se hallaron algunas especies que pueden tener valor bioestratigráfico regional y su distribución a lo largo del perfil se sintetiza en un cuadro.

**Palabras clave:** Bioestratigrafía, Palinología, límite Aptiano-Albiano, Patagonia, Argentina.

### INTRODUCCIÓN

Con el objeto de proporcionar un soporte cronológico a varias unidades eocretácicas de la Cuenca Austral, portadoras de ricas asociaciones palinológicas, se efectuaron algunos perfiles en unidades litoestratigráficas cuyo contenido amonitífero permite determinar edades precisas. En este trabajo se hará un estudio integrado del

perfil La Horqueta en el lago Cardiel (Figs. 1, 2), uno de los más conocidos por su contenido en invertebrados marinos, principalmente de amonites (Aguirre Urreta, 1985, 1986; Riccardi *et al.*, 1987; Riccardi & Medina, 2002 y Medina & Riccardi, 2005).

Se ha reconocido una importante asociación palinológica integrada por elementos marinos (dinoquistes) y continentales (polen y esporas),



Fig. 1. Mapa de ubicación del perfil La Horqueta al oeste del lago Cardiel, provincia de Santa Cruz.

los que se citan por primera vez. En este perfil se registran los términos más altos del Aptiano referidos a la Formación Río Mayer (Hatcher, 1897). Con un breve hiato (marcado por una discordancia apenas visible) se superponen depósitos de la Formación Piedra Clavada (Feruglio en Fossa Mancini *et al.*, 1938), asignados al Albiano Temprano (Riccardi & Medina, 2002 y Medina & Riccardi, 2005).

Estas asociaciones determinadas en 11 niveles, en más de 300 m de espesor (Fig. 2), permiten realizar comparaciones con otras palinofloras eocretácicas reconocidas hasta ahora en la Cuenca Austral y el Macizo del Deseado. Las palinofloras eocretácicas están incluidas en las formaciones Springhill (Thomas, 1949), Río Mayer (Superior e Inferior), Kachaike (Riccardi, 1971) y Grupo Baqueró (Cladera *et al.*, 2002).

#### MATERIALES Y MÉTODOS

En 11 niveles del perfil estudiado fueron recuperados palinomorfos de origen marino y continental. El material está preservado de manera

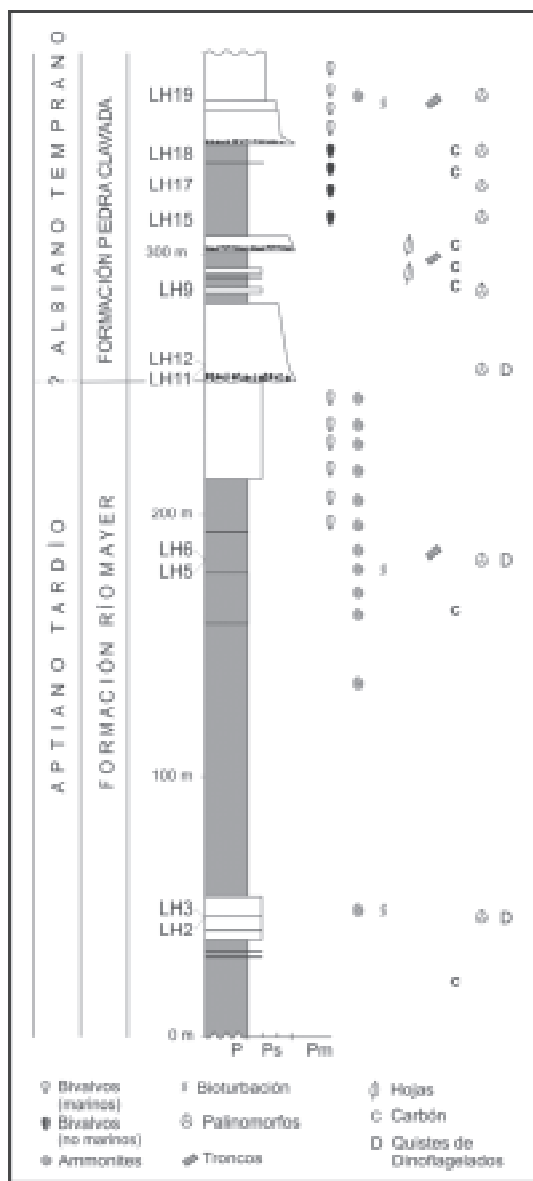


Fig. 2. Perfil estratigráfico de La Horqueta señalando la ubicación de los niveles fosilíferos portadores de invertebrados marinos, palinomorfos y restos de hojas y troncos.

aceptable, y ha sido posible identificar un importante número de taxones.

Las muestras fueron procesadas siguiendo las técnicas usuales de eliminación de carbonatos con HCl y de silicatos con HF. El residuo fue filtrado por mallas de 10  $\mu$ m, 25  $\mu$ m y 200  $\mu$ m y montado en glicerina-gelatina siguiendo la técnica de Gamero & Cárdenas (1980). Para el estudio de los quistes de dinoflagelados los residuos palinológicos fueron filtrados con malla de 25

micrones y se usó safranina para colorear los ejemplares. Para estudios con el MEB se realizaron nuevos filtrados y lavados y se procedió a seleccionar los ejemplares bajo lupa con fuerte aumento, o bien se procedió a depositar una gota muy diluida sobre el portaobjetos que fue fijado a los tacos y metalizado con oro-paladio.

Para la determinación de especies del paleomicroplancton se utilizó un microscopio óptico Nikon Eclipse 600, número de serie 772751. Las imágenes de los especímenes ilustrados fueron tomadas con cámara Nikon Coolpix 950. Las referencias corresponden a Fensome & Williams (2004) y la escala de tiempo a Gradstein *et al.* (2004).

El polen fue estudiado con los microscopios Zeiss Axioscop 2 y Leitz Diaplan. Las fotos fueron realizadas con las cámaras digitales Coolpix 995 y Leica 280. Las observaciones y fotografías con el MEB se realizaron con el equipo Philips XL30 del Museo Argentino de Cs. Ns. 'B. Rivadavia'. Los preparados microscópicos se hallan depositados en la colección palinológica del Museo de Cs. Ns. 'B. Rivadavia' con las siglas BA Pal. Los tacos del MEB se hallan depositados en la colección paleobotánica del mismo Museo, con las siglas BA Pb MEB. Las coordenadas de los ejemplares fotografiados corresponden al *England FINDER*.

## ESTRATIGRAFÍA

La Cuenca Austral está localizada sobre el borde oriental de la Cordillera Patagónica. Corresponde a una cuenca de retroarco que se desarrolló, al sur de los 45° S, a partir del Jurásico Tardío. Estuvo delimitada al oeste por un arco volcánico y al este por el alto de Río Chico. Rocas volcánicas del Jurásico (Complejo El Quemado) forman el basamento de esta cuenca sobre el cual se apoyan sedimentitas continentales a marinas someras de la Formación Springhill (Berriasiano - Valanginiano temprano). La Formación Río Mayer (Valanginiano tardío-Albiano tardío), que se dispone concordantemente sobre la Formación Springhill, consiste de pelitas negras finamente laminadas con concreciones carbonáticas, en su mayoría fosilíferas. Estas sedimentitas fueron depositadas en un ambiente de plataforma marina. En el área estudiada se sobreponen areniscas y conglomerados marinos asignados a la Formación Piedra Clavada. Al oeste es reemplazada por areniscas y conglomerados, mayormente continentales, de la Formación Kachaike (Riccardi & Rolleri, 1980, Riccardi 1988).

Al oeste del lago Cardiel, ubicado en el centro oeste de la provincia de Santa Cruz (Fig. 1),

afloran 685 m de sedimentitas, mayormente marinas, que son incluidas en las formaciones Río Mayer y Piedra Clavada. En esta área, los estudios que hemos realizado se centralizaron en la localidad La Horqueta, ubicada a 0,4 km al oeste de la confluencia del río del Medio con el río Cardiel (Fig. 1). Piatnitzky (1938) fue el primero en investigar esta localidad, pero años más tarde Feruglio (1949) detalló más dichas observaciones. Una síntesis geológica mayor fue presentada por Ramos (1982). En esta localidad los invertebrados fósiles fueron descritos por Aguirre Urreta (1985, 1986), Riccardi *et al.* (1987), Medina (1987), Riccardi & Medina (2002) y Medina & Riccardi (2005).

### Formación Río Mayer

En la localidad La Horqueta, la Formación Río Mayer, con un espesor de 295 m, se caracteriza por una predominancia de fangolitas de color gris oscuras, finamente estratificadas y en menor proporción por areniscas finas amarillentas. Dos estratos espesos, compuestos por areniscas finas, uno a 85 m de la base y otro en el tope, caracterizan a la secuencia aflorante (Fig. 2).

La base de la formación no aflora en esta localidad. El techo está definido por la primera aparición de areniscas gruesas con conglomerados finos a medianos correspondientes a la base de la unidad suprayacente (Formación Piedra Clavada).

Los 80 m basales de la sección medida en La Horqueta, se caracterizan por una secuencia monótona de fangolitas de color gris oscuro con estratificación delgada. Concreciones ovales mayores a los 0,2-0,3 m de diámetro, de color castaño rojizo, están distribuidas esporádicamente. No se encontraron macrofósiles en esta sección que en algunas partes está intensamente bioturbada.

Los siguientes 16,2 m se componen de limolitas con estratificación masiva y areniscas interestratificadas con fangolitas. Especies pertenecientes a los géneros *Australiceras* y *Helycancylus*, están presentes en la parte superior de este intervalo. La bioturbación es común e incluye a *Chondrites isp.*, *Thalasinoides suevicus* Rieth y *Planolites montanus* Richter.

Fangolitas gris oscuras dominan los siguientes 125 metros. Megafósiles marinos son escasos en este intervalo. Solo unos pocos decápodos (*Hoploparia sp.*) fueron reconocidos ocasionalmente. A unos 20 m por debajo del tope de este intervalo, las fangolitas contienen *Australiceras* (*Australiceras*) *cardielensis* Aguirre Urreta, junto con *Hypacanthoplites sp.*

En los siguientes 15,5 m, la litología es esencialmente similar a la descrita anteriormente.

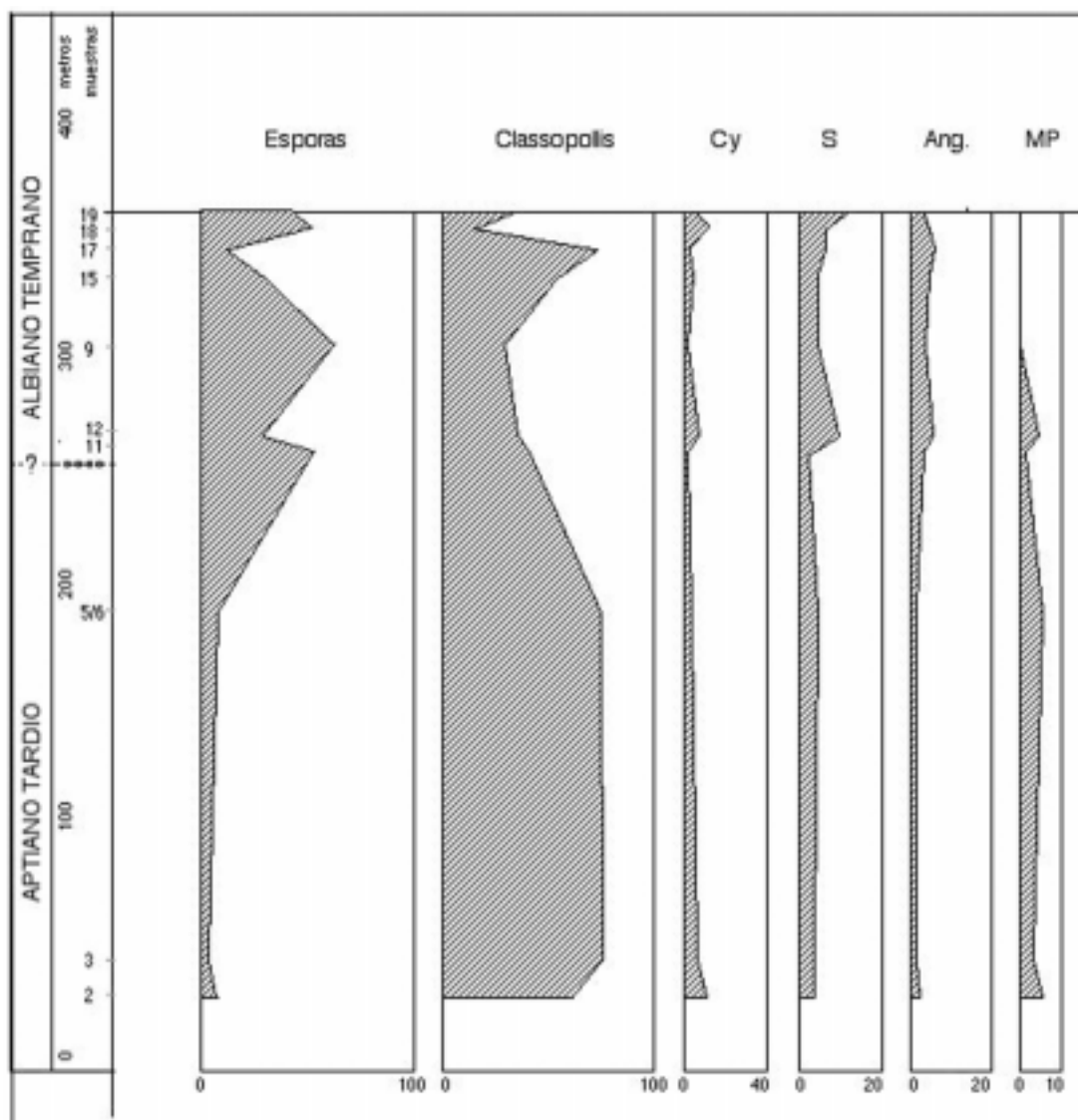


Fig. 3. Datos porcentuales de los principales grupos de palinomorfos en el perfil La Horqueta. 1) Las esporas pertenecen a las briófitas y pteridófitas; 2) *Classopollis* corresponde a la familia de coníferas Cheirolepidiaceae; 3) CY incluye polen de los géneros *Cyclusphaera*, *Balmeiopsis* y *Araucariacites* de la familia Araucariaceae, y *Callialasporites* de la familia Podocarpaceae; también se incluyó el escaso polen monocarpado liso, correspondiente a las Bennettitales y Cycadales; 4) Se incluye polen vesiculado, mayormente de la familia Podocarpaceae y escasos representantes de probables Pteridospermas; 5) Ang. incluye las angiospermas; 6) MP corresponde a paleomicroplancton marino. No se contabilizaron esporas de hongos y algas, algunas de ellas referidas en el texto.

La fauna está dominada por amonites heteromorfos de gran tamaño, originalmente descritos por Aguirre Urreta (1985) como *Tropaeum sp.*, *Australiceras (Australiceras) cardielensis* y *Australiceras (Australiceras) hallei* Aguirre Urreta. El bivalvo *Maccoyella sp.* está ampliamente distribuido en este intervalo.

Un estrato prominente de 0,5 m de espesor, compuesto por fangolitas gris verdosas, intensamente bioturbado (*Zoophycus isp.* y *Planolites isp.*), está cubierto por 20 m de fangolitas grises interestratificadas con fangolitas gris verdosas. Los moluscos son escasos, pero están dominados por bivalvos: *Indogrammatodon*, *Pinna*, *Pteria*,

*Maccoyella*, *Camptonectes*, *Aucellina*, *Acesta*, *Eriphyla*, *Palaeomoera* y *Panopea*. Ocasionales serpúlidos, “*Rotularia*”, están presentes. Amonites heteromorfos de gran tamaño [*Tropaeum* sp., *Australiceras* (*Australiceras*) *cardielensis* y *Australiceras* (*Australiceras*) *hallei*] son escasos en este intervalo. Amonoideos heteromorfos pequeños como “*Lithancylus*” *guanacoense* (Leanza), *Helicancylus patagonicus* (Stolley), *Helicancylus* sp., ? “*Helicancylus*” sp., *Toxoce-ratoides nagerai* (Leanza), *Tonohamites* sp., *Tonohamites* sp. son comunes en esta asociación junto con relativamente escasos *Phyllopachyceras* sp., *Pseudosilesites russoi* (Leanza), *Sanmartinoceras walshense* (Etheridge), *Sanmartinoceras* sp. cf. sp.  $\beta$ . y *Acanthoplites* sp.

La sección más alta de la Formación Río Mayer consiste de 38 m de areniscas finas, de color gris con fangolitas interestratificadas, verde amarillentas por meteorización. Los bancos de areniscas, con espesores de 0,3 a 0,8 m son tabulares y masivos. La granulometría y el espesor de los bancos aumenta hacia arriba. La fauna está dominada por los siguientes bivalvos: *Pseudolimea* sp., “*Myophorella*” sp., *Palaeomoera* sp., *Eriphyla* sp., *Panopea* (*Myopsis*) sp. y *Goniomya* sp. En la base, *Australiceras* sp. y *Peltocrioceras deeckei* son el último registro de heteromorfos grandes. *Phyllopachyceras* sp., *Pseudosilesites russoi* (Leanza) y *Sanmartinoceras walshense* (Etheridge), están bien distribuidos en gran parte de la sección superior.

**Edad.** La fauna contenida en la Formación Río Mayer está dominada por moluscos. Ellos están generalmente ausentes en los niveles inferiores de esta localidad, pero son abundantes en los 94 m superiores. Algunos de los moluscos han sido ilustrados por Piatnitzky (1938), Leanza (1970), Aguirre Urreta (1985, 1986, 1989 y 2002), Riccardi et al. (1987), Riccardi & Medina (2002) y Medina & Riccardi (2005).

Debido a la naturaleza endémica de la fauna de amonites, la Formación Río Mayer no puede ser correlacionada directamente con las divisiones europeas del Aptiano. Sin embargo, su edad puede ser establecida indirectamente por presentar mayores afinidades con las faunas aptianas de Sudáfrica, Mozambique, Madagascar y Australia.

El grupo de los amonites heteromorfos, de gran tamaño, originalmente descritos por Favre (1908) y Aguirre Urreta (1985) e incluidos en los géneros *Australiceras-Tropaeum* *Peltocrioceras* son localmente abundantes en la parte superior de la sección medida en La Horqueta, entre los 201 y 260 m. Los géneros aptianos *Australiceras* y *Tropaeum* tienen una distribución cosmopoli-

ta, pero *Peltocrioceras* es endémico de Patagonia y Antártida.

*Australiceras* (A.) *cardielensis* Aguirre Urreta está asociado con *Hypacanthoplites* sp. aproximadamente a 201 m sobre la base de la Formación Río Mayer. El género *Hypacanthoplites* no está presente en estratos más antiguos que el Aptiano superior y la última ocurrencia es en el Albiano inferior del hemisferio norte. En el hemisferio austral aparentemente está confinado al Aptiano superior de Madagascar, Sudáfrica y Patagonia. En consecuencia, la asociación *Hypacanthoplites*, *Australiceras* y *Tropaeum* es indicativa del Aptiano tardío.

### Formación Piedra Clavada

La Formación Piedra Clavada es una sucesión distintiva de sedimentos castaño amarillentos, por meteorización, con un gran contenido de material volcánico. Esta unidad, generalmente mal expuesta en la región del lago Cardiel, tiene un espesor de aproximadamente 390 m al oeste del lago y solo afloran 125 m basales en La Horqueta. La base de la unidad está marcada por una abrupta transición a la Formación Río Mayer, evidenciada por un cambio pronunciado en la composición litológica (areniscas finas grises a areniscas conglomerádicas, Fig. 2).

Los 30 m inferiores de la Formación Piedra Clavada, están compuestos por areniscas de grano grueso a mediano con areniscas conglomerádicas en la base. En estas últimas dominan clastos subredondeados de areniscas finas, interpretadas como derivadas por retrabajo de la parte más alta de la Formación Río Mayer, lo cual indica un contacto localmente discordante entre ambas formaciones. El lapso cronológico durante el cual no hay registro de sedimentación es, sin embargo, relativamente breve, tal como lo demuestra el análisis palinológico aquí presentado.

Pelitas grises interestratificadas con pelitas grises y areniscas grises dominan los siguientes 20 metros. El macrofósil más prominente de este intervalo corresponde a ramas de la conífera *Athrotaxites ungeri* Halle, que son localmente abundantes entre los 5,5 y 6,5 metros. Un distintivo nivel de 0,5 m de espesor, compuesto por pelitas de color gris oscuro, ubicado a 16,6 m de la base contiene frondes de *Coniopteris baldonii* Ruiz. Una distintiva arenisca de grano grueso, gris claro, está presente entre los 50 a 55 m de la base. Cubriendo a estas últimas hay 36 m de fangolitas gris oscuro interestratificadas con tobas muy finas de color gris claro y blanco. Las fangolitas contienen una abundante fauna no marina. Los 34 m superiores de la unidad expuestos en La Horqueta se componen de areniscas



gruesas a medianas con estratificación entrecruzada y laminación paralela. Conglomerados ocurren localmente, pero con una distintiva gradación normal. La bioturbación es particularmente intensa en estratos con laminación paralela. *Palaeophycus* y *Zoophycus* están presentes en los sedimentos más finos. La fauna está dominada por *Pisotrignonia feruglioi* (Piatnitzky). Otras especies menos comunes son *Iotrignonia feruglioi* Medina y otros taxones de afinidades específicas inciertas. Los niveles más altos en esta localidad contienen *Beudanticeras cf. laevigatum* (J. de C. Sowerby) y *Piatnitzkyceras? infirmum* Medina & Riccardi.

**Edad.** La Formación Piedra Clavada, en La Horqueta, consiste de dos secciones. En la sección inferior, con un espesor de 91 m, los macrofósiles son relativamente raros, y consecuentemente son pobres los datos para una datación precisa. La sección superior, con 34 m de espesor, es más fosilífera. Los amonites presentes son *Beudanticeras cf. laevigatum* y *Piatnitzkyceras? infirmum*, acompañados por una rica fauna de trigonias dominada por *Pisotrignonia feruglioi* y en menor proporción por *Iotrignonia feruglioi*.

Una edad albiana temprana puede ser inferida para la Formación Piedra Clavada en esta localidad. Dicha edad está basada en su posición estratigráfica entre la infrayacente Formación Río Mayer, asignada al Aptiano Tardío y el horizonte suprayacente cuya edad está bien datada por su fauna de amonites. La posición estratigráfica de *Beudanticeras cf. laevigatum* en La Horqueta, sugiere que este horizonte es más antiguo que el nivel con *Beudanticeras revoili* (Pervinquiere), *Cleonicerias cf. santacrucense* Leanza, *Pictetia ovalis* Collignon, *?Uhligella spp.* y *Anopaea sp.*, especies presentes inmediatamente al sur de la sección estudiada.

Esta última asociación tiene una edad albiana temprana tardía y el nivel con *B. cf. laevigatum* y *P? infirmum* es Albiano Temprano-Medio (Medina & Riccardi, 2005). En consecuencia, el intervalo inferior de estas dos secciones es estratigráficamente más antiguo que el intervalo fosilífero suprayacente.

## PALINOLOGÍA

### Paleomicroplancton

**Asociaciones y edad.** Del total de 11 muestras recolectadas para el estudio de palinomorfos, seis son portadoras de quistes de dinoflagelados (dinoquistes). En general las asociaciones son poco diversas y con moderada a mala preservación. Las proporciones de los dinoquistes son ba-

jas, alcanzando el 5% del total de palinomorfos en la muestra BA Palin 6045 (LH 5, Fig. 2), en la cual se reconoció la máxima diversidad con 22 taxones de dinoquistes. En las muestras BA Palin 6031, 6037, 6043, 6044 y 6046 (LH 2, 3, 6, 11 y 12, Fig. 2, respectivamente), los dinoquistes son muy escasos.

La mayoría de las especies de dinoquistes identificadas tienen rangos estratigráficos largos, aunque algunos taxones fueron comparados con datos publicados de registros calibrados, permitiendo inferir una edad comprendida en el intervalo Aptiano Tardío - Albiano Temprano para las asociaciones de dinoquistes provenientes de los niveles LH 5 y LH 6. *Carpodinium granulatum* (Fig. 4, E, F), se registra para una edad máxima aptiana tardía, de acuerdo a los datos provenientes de paleolatitudes altas de Europa (Duxbury 1983; Heilmann-Clausen & Thomsen 1995; Prössl 1990) y de áreas del Tethys central (Torricelli, 2001, 2006; Fiet & Masure, 2001). En el hemisferio austral, la especie se registra desde principios del Aptiano en Australia (Morgan, 1980). *Leberidocysta sp.* (Fig. 4, C, D), es comparable a *L. chlamydata* aunque presenta un perifragma diferente, probablemente debido a la preservación, y dimensiones algo menores. En el Hemisferio Norte, la base del rango de esta especie está indicada en el Albiano Tardío (Williams *et al.*, 1998), Albiano Medio (Fiet & Masure, 2001) y Albiano Temprano (Torricelli, 2001). De acuerdo a Backhouse (2006), los registros más bajos en Australia se encuentran en la Zona de *Diconodinium davidii* del Aptiano Tardío.

El registro más temprano de *Prolixosphaeridium conulum* (Fig. 4, G, H), en Australia corresponde al Albiano Medio (Morgan, 1980). Riding & Crame (2002) mencionan la presencia de *P. conulum* en rocas de Antártida asignadas al Albiano Temprano y en la región del Tethys central está presente también en el Albiano Temprano (Torricelli, 2001, 2006). Por otra parte, de acuerdo con Backhouse (2006) y varios autores allí citados, *Carpodinium granulatum* se registra consistentemente hasta el Albiano Medio en el Hemisferio Sur. Partridge (2006), establece el registro más joven de *D. cerviculum* en el Albiano Temprano para el Noroeste de Australia. Esta especie desaparece en la parte inferior de la Zona de *Muderongia tetracantha* en más de cien pozos en la plataforma australiana, en muchos de ellos datada como Albiano Temprano por foraminíferos y nano-plancton (Helby, comunicación personal). La edad propuesta para las asociaciones de dinoquistes está en consonancia con la asociación de amonites presentes en los mismos niveles.

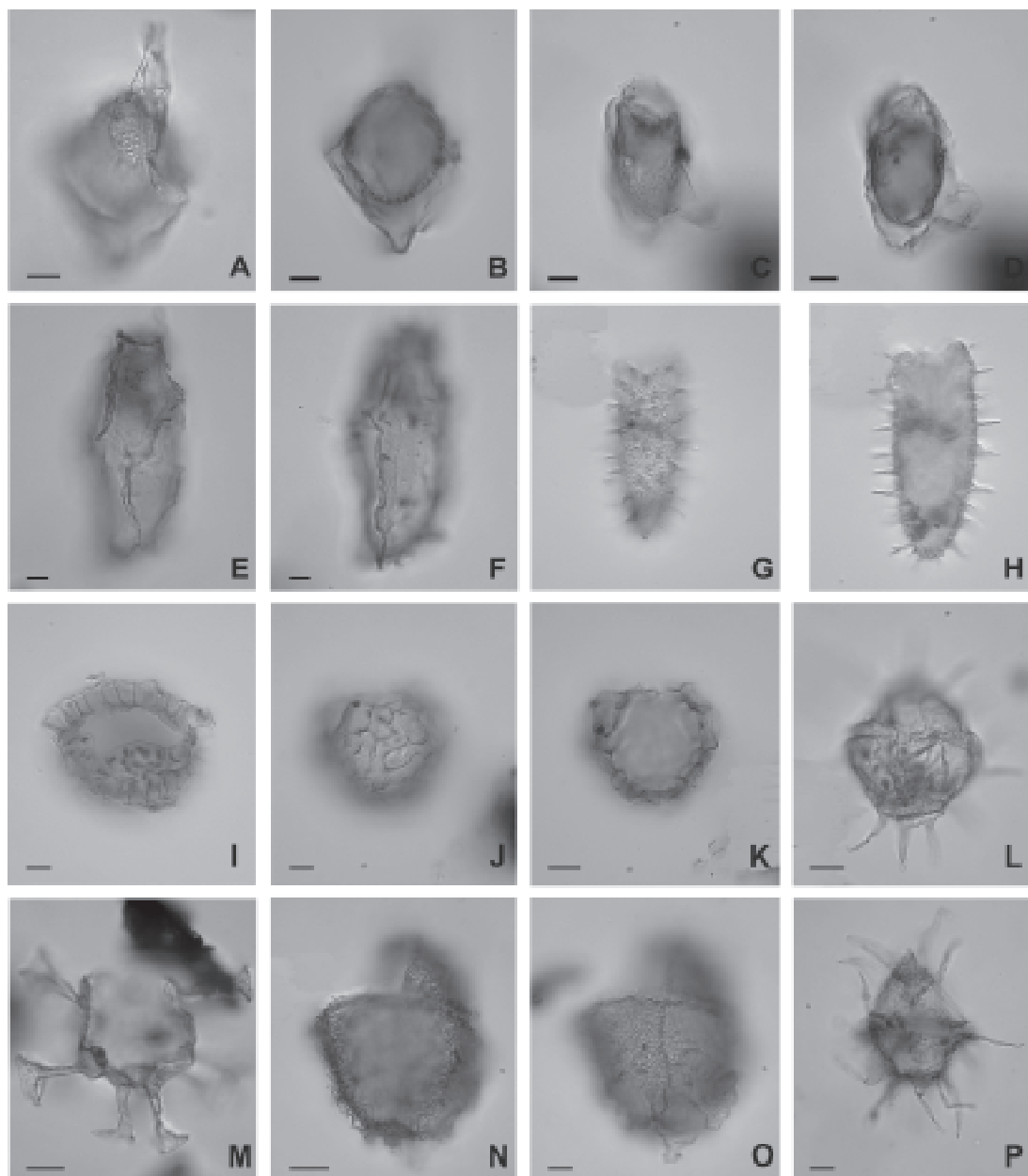


Fig. 4. Principales tipos de quistes de dinoflagelados. **A, B**, *Dingodinium cerviculum*, BA Palin 6045, T58/1; vista lateral, **A**, foco alto; **B**, corte óptico. **C, D**, *Leberidocysta* sp. cf. *L. chlamydata*, BA Palin 6045, E48/4; vista ventral; **C**, foco alto; **D**, corte óptico. **E, F**, *Carpodinium granulatum*, BA Palin 6045, U40; vista lateral izquierda; **E**, foco alto; **F**, foco bajo. **G, H**, *Prolixosphaeridium conulum*, BA Palin 6045, B47/4, vista ventral; **G**, foco alto; **H**, corte óptico. **I**, *Sepispinula anchorifera*, BA Palin 6045, Z59/4, vista ventral, foco alto. **J, K**, *Valensiella* sp., BA Palin 6045, M52/3, vista dorsal, **J**, foco alto, **K**, corte óptico. **L, P**, *Hystriochodinium pulchrum*, **L**, BA Palin 6045, P56/3, vista dorsal, foco bajo; **P**, BA Palin 6045, O52/3, vista lateral, foco intermedio. **M**, *Oligosphaeridium pulcherrimum*, BA Palin 6045, E49/4, vista ventral, corte óptico. **N, O**, *Tehamadinium* sp. cf. *T. sousense*, BA Palin 6046, F41/2, vista lateral derecha; **N**, foco intermedio; **O**, foco bajo. Escala gráfica 10  $\mu\text{m}$ . Coordenadas, *England Finder*.

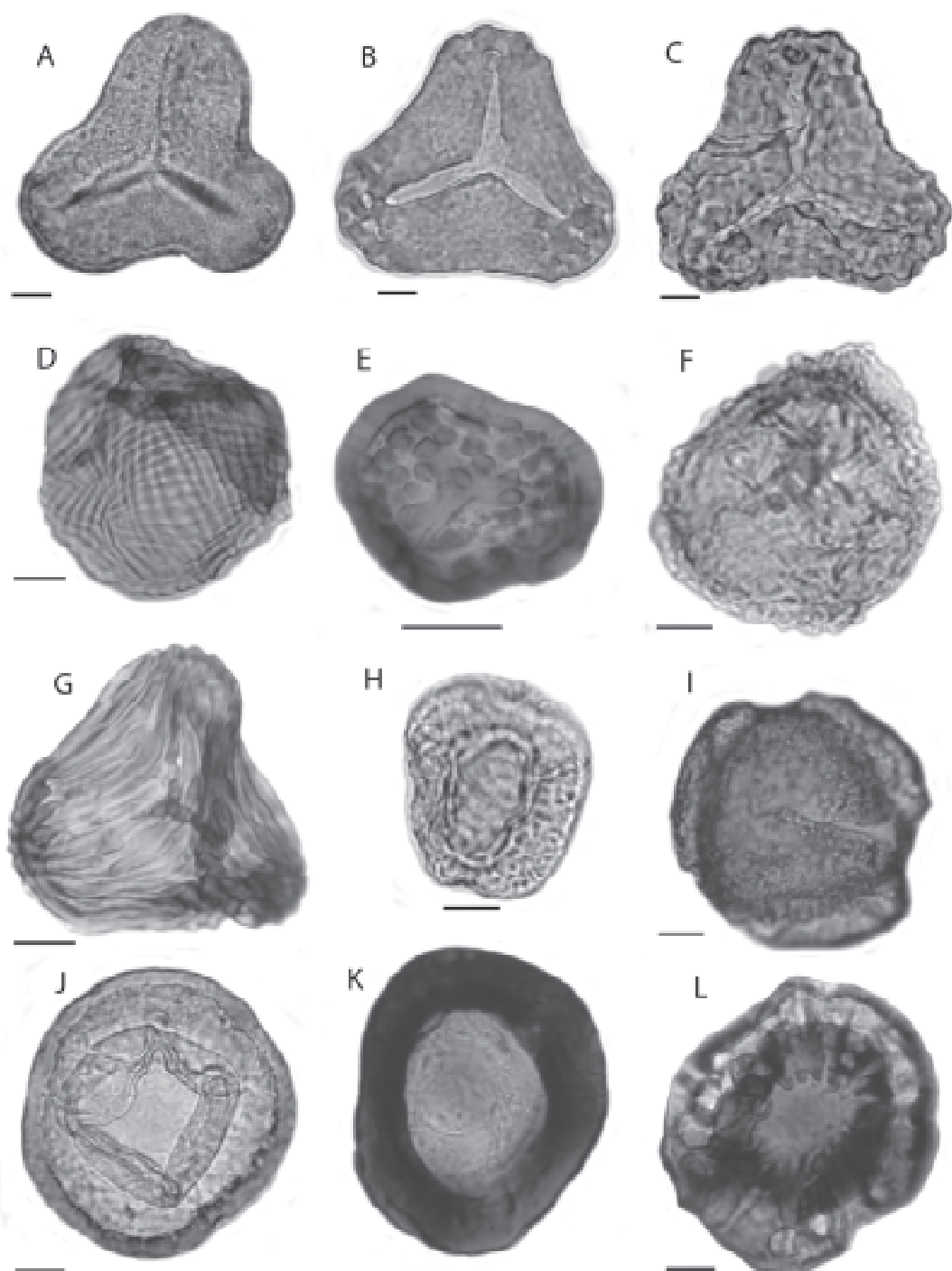


Fig. 5. Principales tipos de esporas y polen de gimnospermas. **A**, *Concavissimisporites* sp. A, BA Pb Pal 6031, E28; **B**, *Trilobosporites trioreticulosus*, BA Pb Pal 6032, P38/3; **C**, *T. apiverrucatus*, BA Pb Pal 6032, L24; **D**, *Cicatricosisporites cuneiformis*, BA Pb Pal 6033, M39; **E**, *Antulsporites* sp. A, BA Pb Pal 6037, B31/2; **F**, *Densoisporites corrugatus*, BA Pb Pal 6031, M25/1; **G**, *Ruffordiaspora australiensis*, BA Pb Pal 6034, V33/2; **H**, grano de polen monosacado, BA Pb Pal 6035, A36/3; **I**, *Callialasporites* sp. A, BA Pb Pal 6042, V29/3; **J**, *Cyclusphaera* sp. A, BA Pb Pal 6032, L46; **K**, *Cyclusphaera crassa*, BA Pb Pal 6034, C33/3; **L**, *Cyclusphaera radiata*, BA Pb Pal 6034, M41/1. Escala gráfica 10  $\mu$ m. Coordenadas, England Finder.



*Batioladinium micropodium*, *Muderongia australis*, *Phoberocysta* sp. representan material retrabajado, posiblemente de depósitos barremianos.

### Polen y esporas

El estudio del polen y esporas abarcó dos aspectos: el conteo de los principales grupos de plantas (incluyendo los elementos marinos), y la distribución en todos los niveles de las especies terrestres determinadas en el perfil.

**Conteo de grupos.** Se efectuó sobre 400 ejemplares por nivel usando para cada uno dos preparados microscópicos. El resultado (Fig. 3), muestra un claro predominio de elementos continentales sobre los marinos (MP), que en general tienen más de un 95% de participación en toda la Formación Río Mayer y en la base de la Formación Piedra Clavada, pasando a ser exclusivos en el sector superior de esta última unidad (niveles LH 9 hacia el tope). Probablemente una buena parte de los elementos marinos presentes en los niveles basales de la Formación Piedra Clavada (LH 11 y LH 12), de mala preservación, sean retrabajados de niveles inferiores, teniendo en cuenta la litología arenosa en la cual están incluidos.

Los elementos terrestres fueron separados en varios grupos (columnas), a saber: 1) Esporas (que incluyen briófitas y pteridófitas), 2) el género *Classopollis* (conífera de la Familia Cheirolepidiaceae), 3) en la columna CY los géneros de la Familia Araucariaceae, *Cyclusphaera*, *Araucariacites*, *Balmeiopsis* (y muy escasos granos monocarpados de cicadófitas-ginkgófitas), 4) la columna S con polen vesiculado, fundamentalmente perteneciente a coníferas de la Familia Podocarpaceae (e incluyendo el género *Callialasporites* además de muy escaso polen bisacado de posibles pteridospermas), y 5) polen de angiospermas. Debemos aclarar que en el conteo de este último grupo no se contabilizaron palinomorfos con una membrana reticulada de lúmenes grandes, irregulares, sin presencia aparente de una membrana interna, y que podrían pertenecer a angiospermas o bien a elementos planctónicos de agua dulce, que no fueron reconocidos en la extensa bibliografía consultada. La cantidad de estas formas es aproximadamente la misma o levemente superior a los granos contabilizados como angiospermas.

El análisis de las curvas de cada grupo (Fig. 3) permite destacar los siguientes aspectos:

1) Las esporas en el sector inferior de la Formación Río Mayer tienen porcentajes bajos (4-8%) y ascienden bruscamente a un 51% en la base

de la Formación Piedra Clavada, donde en un breve tramo descienden al 29% para luego ascender y descender en los niveles más altos en una serie irregular: 61%-29%,12%,51% y 42%.

2) *Classopollis* domina en Río Mayer (60%-74%) y desciende en una serie (40%-35%-29%) en la parte inferior de Piedra Clavada, y se comporta de manera opuesta a las esporas en la serie superior de esta unidad: 53%-71%,15%,32%.

3) Las araucariáceas (CY) varían entre 9%-23% en la Formación Río Mayer, con un descenso continuo, alcanzando su mínimo de 3% en la base de Piedra Clavada, con un aumento brusco al 18% para seguir con una serie discontinua de 3%-10%-6%-24%-12% en el resto de los niveles superiores.

4) Los bisacados (esencialmente podocarpáceas), en Río Mayer tienen valores bajos (3%-4% al igual que en la base de Piedra Clavada(2%)), para ascender bruscamente al 9% y seguir con una serie uniforme 4%-4%-6%-6% y culminar con 11%.

5) Las angiospermas tienen sus valores más bajos en Río Mayer (1%-2%) y ascienden levemente en Piedra Clavada en una serie uniforme de 3%-5%-3%-4%-5%-4%-3%.

6) El paleomicroplancton es constante en Río Mayer (3%-5%), desciende en la base de Piedra Clavada al 1%, con un aumento al 4% en el nivel LH-12 (por un posible efecto de retrabajo), siendo éste el último registro en el sector superior del perfil (Fig. 3).

Resumiendo, las gimnospermas dominan en ambas formaciones. Las cheirolepidiáceas dominan en Río Mayer y hay un incremento de las araucariáceas y podocarpáceas en Piedra Clavada que en ocasiones equilibra los valores de las cheirolepidiáceas. Las esporas son escasas en Río Mayer y notoriamente más abundantes en Piedra Clavada donde alcanzan, y hasta superan en algunos niveles a las cheirolepidiáceas. Las angiospermas presentan valores muy bajos en todo el perfil, y son algo más numerosas en Piedra Clavada. El paleomicroplancton está presente en Río Mayer y prácticamente desaparece en Piedra Clavada, salvo en los dos niveles basales (LH 11-LH 12), en los cuales algunos ejemplares pueden haber sido redepositados determinando su mala preservación.

### Distribución de las principales especies

(Fig. 8). La lista de todas las especies halladas en los diferentes niveles del perfil se incluye en el Apéndice 2. Para el presente trabajo, en general fueron seleccionadas aquéllas que presentan más valor en su distribución estratigráfica. El resto, no incluido en la distribución, corresponde a formas longevas que carecen de importancia en este

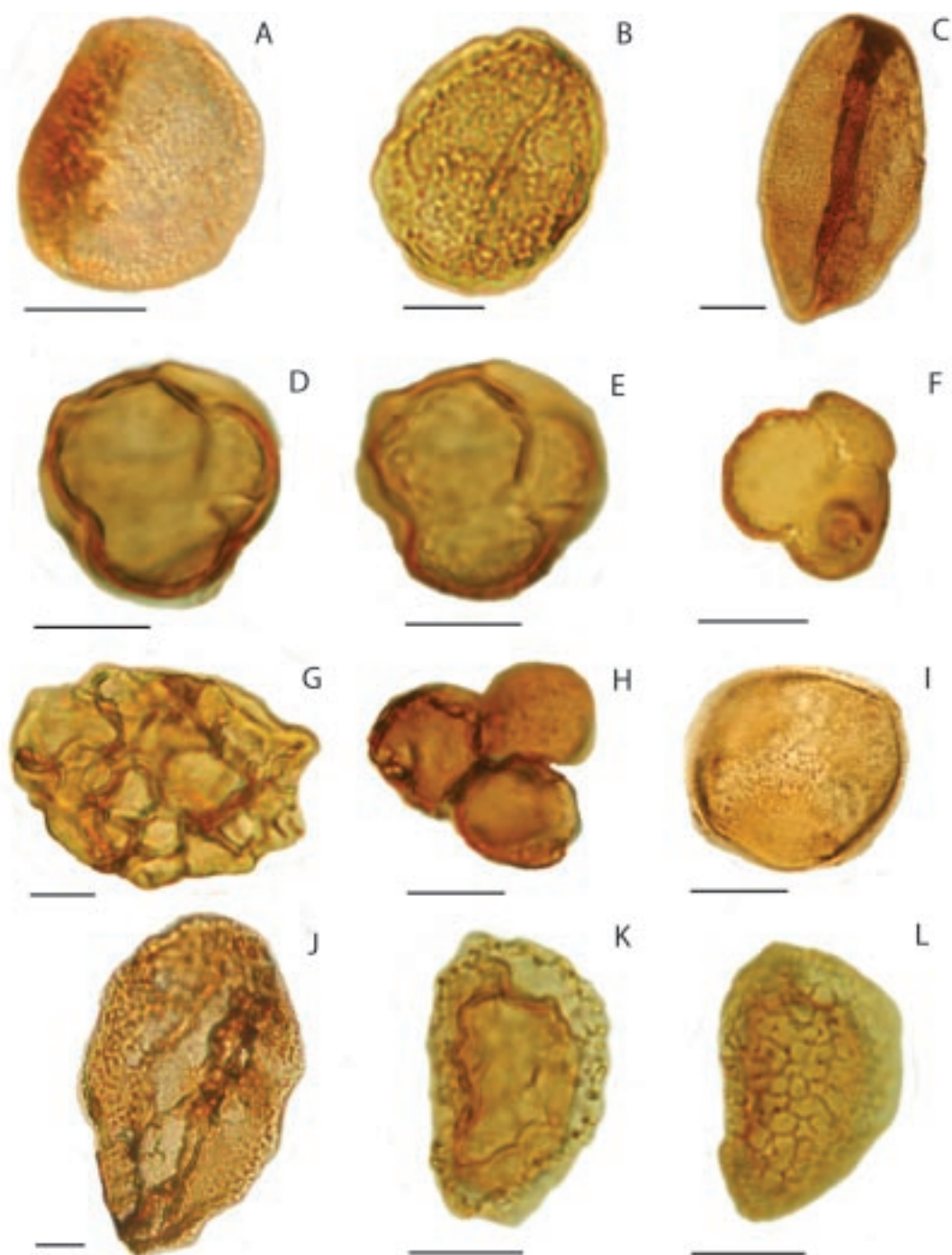


Fig. 6. Principales tipos de polen de angiospermas. **A**, *Retimonocolpites* sp. A, BA Pb Pal 6035, N49/1; **B**, *Retimonocolpites* sp. B, BA Pb Pal 6041, H43; **C**, *Arecipites* sp., BA Pb Pal 6038, V40; **D-E**, polen tricolopado visto en dos planos focales, BA Pb Pal 6040, O29/4; **F**, polen tricolporoide, BA Pb Pal 6037, W32; **G**, *Cretacaeosporites* sp., BA Pb Pal 6033, C27/1; **H**, cf. *Walkeripollis* sp., BA Pb Pal 6035, O34/3; **I**, *Asteropollis* sp., BA Pb Pal 6040, K29; **J**, *Liliacidites* sp., BA Pb Pal 6036, F35; **K-L**, *Afropollis* sp. en dos planos focales, BA Pb Pal 6039, G38/2. Escala gráfica 10  $\mu$ m. Coordenadas, *England Finder*.

contexto y solo sirven de referencia como componentes de asociaciones eocretácicas similares a otras que proceden de diferentes localidades, tanto de ésta como de cuencas cercanas.

Pueden identificarse 4 agrupaciones de taxones (Fig. 8): 1) especies que están presentes en toda la columna, 2) especies que son exclusivas del sector inferior, 3) especies que aparecen en los niveles altos del sector inferior (LH5/6) y siguen en el sector superior, y 4) especies exclusivas del sector superior.

En el primer grupo se han incluido varias angiospermas [*Asteropollis* sp. (Figs. 6, I y 7, C), *Clavatipollenites* sp., *Arecipites* sp., (Fig. 6, C) cf. *Walkeripollis* sp., (Fig. 6, H), *Retimonocolpites* sp. A (Fig. 6, A), *Retimonocolpites* sp. B (Fig. 6, B),] que muestran el grado de diversificación que habían alcanzado en el Aptiano tardío. Otras formas, parecen haberse extinguido en los niveles más altos del perfil [*Cyclusphaera radiata* (Fig. 5, L), *Cyclusphaera crassa* (Fig. 5, K), *Sotaspores elegans*, *Foraminisporis asymmetricus*, *Cicatricosporites cuneiformis* (Fig. 5, D), etc.], mientras que algunas tienen significación paleoambiental (*Schizosporis reticulatus*). También se incluyeron algunas formas características por su frecuencia en algunos niveles, como *Trilobosporites apiverrucatus* (Figs. 5, C y 7, E). No se incluyeron en la Fig. 8 muchas especies que figuran en el Apéndice 2, algunas de las cuales se han ilustrado y que son comunes en asociaciones de otras localidades: *Ruffordiaspora australiensis* (Fig. 5, G), *Gleicheniidites senonicus* (Fig. 7 A), *Foraminisporis wonthaggiensis* (Fig. 7, D) y *Classopollis* sp. (Fig. 7, F).

En el segundo grupo se encuentran formas exclusivas a la Formación Río Mayer (*Sotaspores triangularis*, polen monosacado -1S- (Fig. 5, H) y *Trilites* cf. *tuberculiformis*), o bien especies (en parte quizás redefinidas) que apenas atraviesan el límite Aptiano-Albiano (niveles LH11 y 12), litológicamente expresado en un conglomerado basal [monocolpado de retículo grande, *Liliacidites* sp. (Fig. 6, J), *Callialasporites* sp. A (Fig. 5, I) y *Antulsporites* sp. A (Fig. 5, E)].

El tercer grupo incluye especies que aparecen en las capas superiores del Aptiano y perduran con diferentes alcances en el Albiano [*Cretacaosporites* sp. (Fig. 6, G), *Concavissimisporites* sp. C, *Appendicisporites potomacensis* y *Cyclusphaera* sp. A (Fig. 5, J)].

El cuarto grupo presenta especies que son exclusivas a la Formación Piedra Clavada [*Densosporites corrugatus* (Fig. 5, F), *Trilobosporites trioreticulosus* (Figs. 5, B y 7, B), polen tricolpado -3C- (Fig. 6, D,E) y tricolporoide -3CP- (Fig. 6 F), *Afropollis* sp. (Fig. 6, K,L), *Echimonocolpites*

sp., *Concavissimisporites* sp. A (Fig. 5, A), etc.]. La presencia exclusiva de *Botryococcus* sp. en la parte alta del perfil refleja condiciones ambientales de agua dulce hasta salobre.

Una observación general de la Fig. 8, independientemente del detalle de la distribución de cada taxón considerado, permite resaltar algunos aspectos de interés estratigráfico. En primer lugar, hay una clara línea ubicada en los niveles LH11 y 12, que marca una serie de primeras apariciones, entre las cuales debemos destacar los primeros granos de polen de angiospermas tricolpadas y tricolporoides, en acuerdo con registros tethyanos que ubican su comienzo en el Albiano temprano (Heimhofer et al., 2007). Además, en el nivel LH9 aparece *Afropollis* seguido del nivel 15 donde se determinó *Echimonocolpites*. A este conjunto se suman algunas especies de esporas también exclusivas, como *Concavissimisporites* sp. A, B, que no se conocen en estratos aptianos inferiores de Santa Cruz (Grupo Baqueró, p. ej.).

La franja comprendida entre los niveles LH5/6 y LH11/12 es crítica, pues hay en ella primeras apariciones de especies que, por una parte son luego exclusivas de Piedra Clavada, o bien son últimas apariciones de taxones exclusivos de Río Mayer. O sea que las asociaciones florísticas parecen haber iniciado algunos cambios composicionales un poco antes del Albiano, más precisamente en el Aptiano tardío alto. Si bien estos cambios son evidentes, el hiato cronológico que se resume en el conglomerado que separa ambas formaciones ha sido breve (tal como lo indican los amonites), y en general no modificaron de manera sustancial la composición florística que básicamente mantuvo su típica impronta eocretácica, aunque enriquecida por la radiación de angiospermas.

#### COMPARACIÓN CON OTRAS ASOCIACIONES PALINOLÓGICAS EOCRETÁCICAS DE LA CUENCA AUSTRAL

La palinoflora determinada para La Horqueta presenta diferencias y similitudes con palinofloras de otras asociaciones del Cretácico Inferior de Santa Cruz.

La Formación Springhill, se extiende tanto en superficie como en el subsuelo de las provincias de Tierra del Fuego y Santa Cruz (Argentina) y en Chile, dentro del marco de la Cuenca Austral. Se compone de una sección basal esencialmente continental que fue estudiada por Baldoni & Archangelsky (1983) a partir de coronas de pozos del sur de la Cuenca Austral (Argentina y Chile) de edad berriasiana-valanginiana (en concordancia con el estudio de amonites que

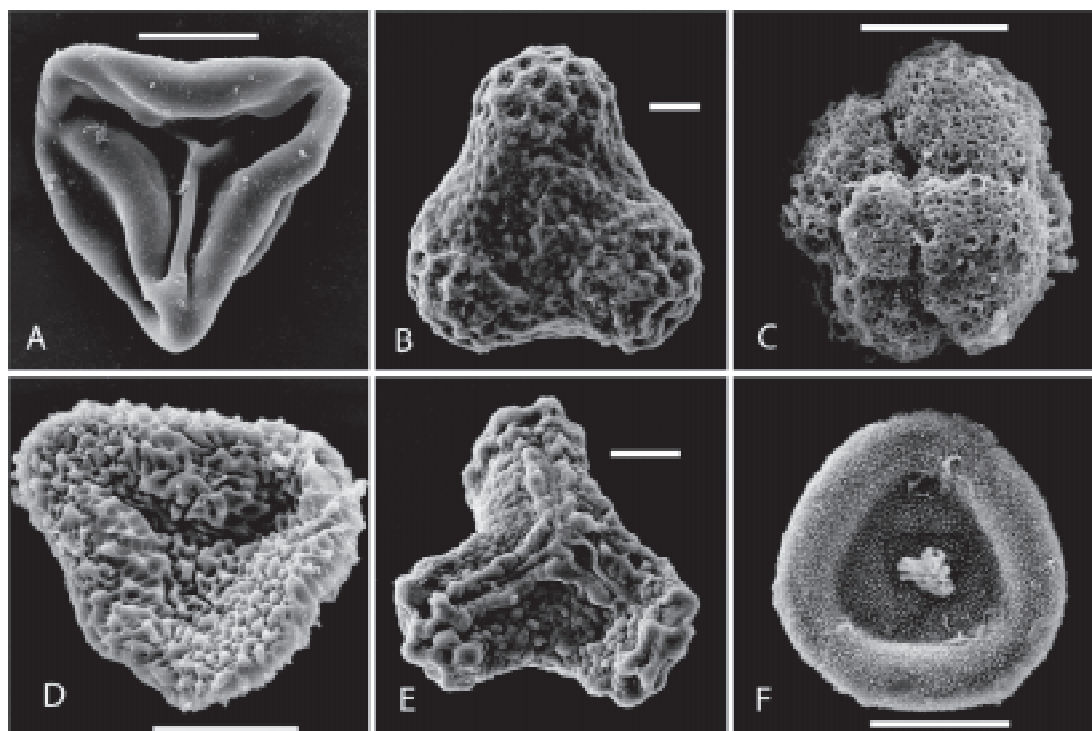


Fig. 7. Tipos de esporas y polen vistos con MEB. **A**, *Gleicheniidites senonicus*. **B**, *Trilobosporites trioreticulosus*. **C**, *Asteropollis* sp. **D**, *Foraminisporis wonthaggiensis*. **E**, *Trilobosporites* cf. *T. apiverrucatus*. **F**, *Classopollis* sp. Escala gráfica 10 $\mu$ m.

proviene de la misma zona) y una sección superior marina del Hauteriviano tardío-Barremiano temprano (Ottone & Aguirre Urreta, 2000). Dicha palinoflora presenta diferencias importantes con las de La Horqueta. En la sección inferior de la asociación de Springhill hay una ausencia de géneros como *Cyclusphaera*, *Balmeiopsis* y especies como *Cyatheacidites annulatus*, *Densoisporites corrugatus*, entre otras, y no hay tampoco ningún registro de angiospermas. Dicha asociación está dominada por esporas de pteridófitas y briófitas, mientras que las cheirolepidiáceas (género *Classopollis*) son menos abundantes que en La Horqueta. La asociación palinológica correspondería a la zona de *Contignisporites-Callialasporites-Staplinisporites* de la Cuenca Golfo San Jorge (Archangelsky *et al.*, 1984).

En los sectores más meridionales, donde aflora la parte superior marina de la Formación Springhill, Ottone & Aguirre Urreta (2000) dieron a conocer una asociación palinológica nueva. En esta localidad ya se encuentran registrados los géneros *Cyclusphaera* y *Balmeiopsis*, no así *Cyatheacidites annulatus*, *Densoisporites corrugatus* ni granos de angiospermas, frecuentes en los depósitos de La Horqueta. Sobre la evidencia

de los palinomorfos y dinoquistes sugirieron una edad hauteriviana tardía/barremiana temprana para el miembro superior de la Formación Springhill, posiblemente equivalente a la zona de *Interulobites-Foraminisporis* (Archangelsky *et al.*, 1984).

Quattrocchio *et al.* (2006), en un trabajo palinológico reciente realizado en varios pozos del NE de Tierra del Fuego (cercanos a los estudiados por Baldoni & Archangelsky, 1983) correlacionan parte de la secuencia con la zona de *Interulobites-Foraminisporis*, asignándola a la Formación Springhill. También reconocen depósitos del Aptiano-Albiano (zona *Antulsporites-Clavatipollenites* de Archangelsky *et al.*, 1984), correlacionándolos con la Formación Pampa Rincón (Malumian & Masiuk, 1975), que sobreyace a los depósitos asignados a la Formación Springhill. En la misma reconocen la presencia de primitivas angiospermas como *Asteropollis* sp., cf. *Clavatipollenites hughesii* y *Retiacolpites* sp. Sin embargo, queda la duda sobre la posible presencia de angiospermas en la Formación Springhill (Quattrocchio *et al.*, 2006), dado que en el perfil de la figura 5 se incluyen en esta unidad parte de los depósitos que en las conclusiones se asignan





Fig. 8. Distribución de los tipos principales de esporas y polen en los niveles fértiles del perfil La Horqueta. En fondo gris los tipos seleccionados por su valor estratigráfico en este perfil. 1S= polen monosacado; 3C= polen tricolpado; 3CP= polen tricolporoide.

a la Formación Pampa Rincón (Pozo Calafate 5, muestra 1983, con *Asteropollis sp.*, y se determina *Tricolpites sp.* en el pozo Calafate 5, muestra 1982 y en el pozo Cullen 40, muestra 1989, incluidos también en la Fig. 5 dentro de la Formación Springhill). Cabe señalar que Archangelsky y Archangelsky (2004) determinaron la presencia de *Clavatipollenites hughesii* en depósitos de la parte superior del pozo MLD-3 de la Plataforma Continental en el área Magallanes y que asignaron a la Formación Springhill. Quedaría entonces planteada la posibilidad de la presencia de angiospermas pre-aptianas en el ámbito de la Cuenca Austral.

La asociación de La Horqueta difiere de las asociaciones referidas a la Formación Springhill por presentar una mayor diversidad de polen de angiospermas. Además, es notoria la ausencia del género *Trilobosporites* y las especies *Densosporites corrugatus* y *Cyathocidites annulatus* en el material estudiado por

Quattrocchio *et al.* (2006). También la diversidad de algas y esporas de briófitas es mayor en La Horqueta aunque ello podría deberse a un factor paleoambiental.

La Formación Río Mayer, eminentemente marina, es muy frecuente en el Cretácico Inferior de la Cuenca Austral y ha sido asignada al lapso Valanginiano-Albiano, según su ubicación en la cuenca (Nullo *et al.*, 1999). Esta unidad se ha dividido en dos secciones (Río Mayer Inferior y Río Mayer Superior). De la sección inferior proceden palinomorfos estudiados por Pöthe de Baldi & Ramos (1980). Esta asociación no presenta angiospermas, tiene escasas pteridófitas y está dominada por un 70% de *Classopollis*. Hay escasos quistes de dinoflagelados y el material tiene una preservación pobre, que impide, por ahora, efectuar una comparación con la asociación descrita en este trabajo para la parte alta de la Formación Río Mayer.



El Grupo Baqueró (Cladera *et al.*, 2002) aflora en el Macizo del Deseado, Cuenca Baqueró (Andreis, 2002), que linda con la Cuenca Austral, y registra hasta ahora la mayor diversidad palinológica para el Aptiano en esa región. La alta humedad y la frecuencia de ambientes hidrófilos/higrófilos favoreció la abundancia de esporas de licófitas, pteridófitas y briófitas. La Formación Anfiteatro de Ticó (Cladera *et al.*, 2002) que es la basal del Grupo, presenta un alto contenido de especies y géneros semejantes a los de La Horqueta (más de 30 especies en común), incluidas las gimnospermas. Sin embargo, sólo hay registro de un género de angiospermas: *Clavatipollenites*. Otras diferencias entre Baqueró y La Horqueta se dan en muchos taxones ausentes en esta última: *Aequitriradites baculatus*, *Naiaditaspora gemmata*, *Stoverisporites lunaris*, *Reticulatisporites ornatus*, *Camarozonosporites microalveolatus*, *Sestrosporites pseudoalveolatus*, *Cicatricosisporites annulatus*, *Klukisporites lunaris*, *Ornamentifera tuberculata*, *Vitreisporites pallidus*, *Alisporites grandis*, *Podocarpidites futa*, *P. parviauriculatus*, entre otros. Por otra parte, en La Horqueta hay una mayor variedad específica de varios géneros, tales como *Cyclusphaera*, *Concavissimisporites* o *Trilobosporites*. La intensificación del vulcanismo durante el Aptiano quedó registrada en la Formación Punta del Barco, la más joven del Grupo Baqueró (Cladera *et al.*, 2002). Aquí, la diversidad de esporas y polen gimnospérico es mucho menor que la registrada en la asociación de La Horqueta. En cambio las angiospermas presentan una diversidad ligeramente superior a la Formación Anfiteatro de Ticó, aunque la misma sigue siendo muy inferior a las de La Horqueta. Ello estaría de acuerdo con la datación del Grupo Baqueró que sitúa a la unidad en el Aptiano temprano alto hasta el Aptiano tardío bajo (119/120 Ma). Interpretamos por lo tanto que el Grupo Baqueró se depositó en tiempos aptianos previos—aunque cercanos—al Aptiano tardío alto que se registra en La Horqueta.

La Formación Kachaike, cuya sección inferior que aflora en el perfil Bajo de la Comisión en el sector sudoeste de la Cuenca Austral, fue asignada al Albiano temprano a medio (Guler y Archangelsky, 2006), y fue estudiada desde el punto de vista palinológico por diversos autores, tanto de esta localidad como del perfil Caballo Muerto de la estancia Kachaike (Baldoni *et al.* 2001; Archangelsky & Llorens, 2003, 2005; Barrera & Archangelsky, 2006). La composición de la palinoflora de dicha unidad con respecto a esporas de licófitas, briófitas y polen de gimnospermas es probablemente la más similar a la encontrada en La Horqueta (más de 35 espe-

cies y 10 géneros en común). La diversidad de las angiospermas en la Formación Kachaike es también llamativa, con la presencia de varios taxones en común a nivel genérico (*Clavatipollenites*, *Asteropollis*, *Liliacidites* y *Walkeripollis*), así como la presencia de granos tricolpados. Es posible, en consecuencia, correlacionar tentativamente ambas formaciones sobre la base de datos palinológicos. Por lo tanto, habría una cercanía cronológica—quizás hasta identidad—entre las formaciones Piedra Clavada y Kachaike, las que representarían facies litológicas diferentes pero probablemente isócronas.

## CONCLUSIONES

El perfil de La Horqueta del lago Gardiel en Santa Cruz comprende una sección de casi 420 m de espesor e incluye en su parte inferior a la Formación Río Mayer mientras que el sector superior está integrado por sedimentitas de la Formación Piedra Clavada. Ambas unidades han brindado restos fosilíferos marinos y continentales que se analizan integrados en esta investigación. Los fósiles marinos corresponden esencialmente a moluscos, entre ellos diversos amonites que permiten datar las dos unidades litoestratigráficas, asignándose una edad aptiana tardía a la Formación Río Mayer y una edad albiana inferior medio-tardía para la Formación Piedra Clavada. Un hiato cronológico, que correspondería a la parte más baja del Albiano temprano, separa a ambas unidades en este perfil.

Quistes de dinoflagelados fueron hallados en varios niveles de la Formación Río Mayer. Su análisis permite inferir una edad aptiana tardía-albiana temprana lo cual, en parte, está de acuerdo con la información proporcionada por los amonites.

Se efectuó un conteo de palinomorfos seleccionados en 6 grupos, incluyendo los quistes de dinoflagelados. Hay un dominio de gimnospermas en ambas formaciones, especialmente de cheirolepidiáceas (*Classopollis*), mientras que las esporas (pteridófitas y briófitas) son escasas en Río Mayer y más frecuentes en Piedra Clavada. Las angiospermas son escasas en ambas unidades, aunque algo más frecuentes y variadas en Piedra Clavada. El paleomicroplankton está presente en Río Mayer y prácticamente desaparece en Piedra Clavada donde queda reducido, en general, a una mínima expresión, y con ejemplares mal conservados que sugieren un proceso de redepositación de materiales que provienen de capas más antiguas.

Se determinaron más de 100 especies de palinomorfos. La mayor parte de los mismos es

de origen continental y tienen una amplia distribución estratigráfica que cubre ambas formaciones; además, muchos de ellos se conocen en estratos más antiguos y/o modernos. Sin embargo, se pudieron determinar algunas especies exclusivas al sector inferior del perfil, otras al sector superior y algunas que aparecen en la parte alta de Río Mayer y continúan en Piedra Clavada. Hay varias primeras apariciones de especies, entre las cuales merecen destacarse algunas angiospermas que comienzan su registro en la base de Piedra Clavada (polen tricolpado y tricolporoide), lo cual coincide con datos originados en otras regiones que dan la aparición de estos tipos polínicos en el Albiano temprano.

Las comparaciones con otras asociaciones polínicas eocretácicas de la Cuenca Austral y Macizo del Deseado señalan que las que tienen mayor semejanza con las halladas en la Formación Piedra Clavada (en la localidad aquí estudiada) son las reconocidas para la Formación Kachaike (de la estancia homónima, cercana a La Horqueta), que fuera asignada por dinoquistes al Albiano temprano a medio.

Finalmente, se destaca el valor regional de este estudio paleontológico integrado de un mismo perfil, que permite tenerlo como referencia para estudios bioestratigráficos ulteriores en esta cuenca, dado que ahora se dispone de una datación precisa de asociaciones polínicas que proceden de dos unidades formacionales con una amplia distribución geográfica en Patagonia Austral.

#### AGRADECIMIENTOS

Esta contribución se realizó en el marco de los proyectos PIP 5093 del CONICET (Estudio paleobotánico y palinológico en el Cretácico Inferior de la Cuenca Austral, Santa Cruz) y PICT 32320 de la ANCYPT (Cretácico-Paleógeno de Patagonia Austral: principales eventos bioestratigráficos). Agradecemos al Sr. Fabian Tricárico por su asistencia con el microscopio electrónico de barrido del MACN y al Sr. Luis Lezama en la diagramación de los gráficos palinológicos. El Dr. Héctor Leanza y un árbitro anónimo realizaron sugerencias que mejoraron el trabajo.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Urreta, M.B. 1985. Ancylocerátidos (Ammonoidea) aptianos de la Cordillera Patagónica Austral. Provincia de Santa Cruz, Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias*. 56: 135-257.
- 1986. Aptian ammonites from the Argentinian Austral Basin: The Subfamily Helicancylineae Hyatt, 1894. *Annals of South African Museum*. 96: 271-314.
- 1989. The Cretaceous decapod crustacea of Argentina and the Antarctic Peninsula. *Palaeontology* 32: 499-552.
- 2002. *Invertebrados del Cretácico inferior*. En: M. J. Haller (ed.), *Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz*. XV Congreso Geológico Argentino (El Calafate), *Relatorio*: 439-459.
- Andreis, R.R. 2002. Cuenca Baqueró. Secuencia volcánoclastica eocretácica del Macizo del Deseado. En: M.J. Haller (ed.), *Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz*. XV Congreso Geológico Argentino, (El Calafate), *Relatorio*: 149-164.
- Archangelsky, A. & M. Llorens. 2003. Palinología de la Fm. Kachaike, Cretácico Inferior de la Cuenca Austral, provincia de Santa Cruz. I. Esporas lisas y cinguladas. *Ameghiniana* 40: 71-80.
- 2005. Palinología de la Fm. Kachaike, Cretácico Inferior de la Cuenca Austral, provincia de Santa Cruz. II. Esporas. *Ameghiniana* 42: 311-328.
- Archangelsky, S. & A. Archangelsky. 2004. Palinología estadística en el Cretácico de la Cuenca Austral, Plataforma Continental Argentina. II. Seis perforaciones del Área Gallegos. III. Conclusiones. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, n. s. 6: 245-255.
- Archangelsky, S., A. Baldoni, J.C. Gamarro & J. Seiler. 1984. Palinología estratigráfica del Cretácico de Argentina Austral. 3. Distribución de las especies y conclusiones. *Ameghiniana* 21: 15-33.
- Backhouse, J. 2006. Albian (Lower Cretaceous) dinoflagellate cyst biostratigraphy of the lower Gearle Siltstone, Southern Carnarvon Basin, Western Australia. *Palynology* 30: 43-68.
- Baldoni, A. & S. Archangelsky. 1983. Palinología de la Fm. Springhill (Cretácico Inferior), subsuelo de Argentina y Chile Austral. *Revista Española de Micropaleontología* 15: 47-101.
- Baldoni, A, R. A. Askin & D. Ragona. 2001 Palynology of the Lower Cretaceous Kachaike Formation, Santa Cruz province, Argentina. En: D.K. Goodman & R.T. Clark (eds.), *Proceed. of the 9<sup>th</sup> International Palynological Congress*, Houston, Texas, U.S.A., 1996. American Assoc. Stratigr. Palynol. Foundation pp. 191-200.
- Barreda, V. & S. Archangelsky. 2006. The southernmost record of tropical pollen grains in the Cretaceous of Patagonia, Argentina. *Cretaceous Research* 27: 778-787.
- Cladera, G., R. Andreis, S. Archangelsky & R. Cúneo. 2002. Estratigrafía del Grupo Baqueró, Patagonia (provincia de Santa Cruz, Argentina). *Ameghiniana* 39: 3-20.
- Duxbury, S. 1983. A study of dinoflagellate cysts and acritarchs from the Lower Greensand (Aptian to Lower Albian) of the Isle of Wight, southern England. *Palaeontographica, Abteilung B* 186: 18-80.
- Favre, F. 1908. Die Ammoniten der unteren Kreide Patagoniens. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, B. 25: 601-647.
- Fensome, R.A. & G.L. Williams. 2004. The Lentini and Williams Index of fossil dinoflagellates. 2004 edition. *American Association of Stratigraphic Palynologists Contribution Series* 42: 909 pp.
- Feruglio, E. 1949. Descripción Geológica de la Patagonia. *Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales*, I: I-XV, 1-334.

- Fiet, N. & E. Masure. 2001. Les dinoflagellés albiens du bassin de Marches-Ombrie (Italia): proposition d'une biozonation pour le domaine téthysien. *Cretaceous Research* 22: 63-77.
- Fossa Mancini, E., E. Feruglio & J.C. Yussen de Campana. 1938. Una reunión de geólogos de YPF y el problema de la terminología estratigráfica. *Boletín de Informaciones Petroleras* 171: 31-95.
- Gammero, J.C. & O. Cárdenas. 1980. Cómo hacer permanentes las preparaciones palinológicas en glicerina-gelatina. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología* 7: 39-42.
- Gradstein, F.M., J.G. Ogg, A.G. Smith, F.P. Agterberg, W. Bleeker, R.A. Cooper, V. Favydov, P. Gibbard, L. Hinnov, M.R. House, L. Lourens, H-P. Luterbacher, J. McArthur, M.J. Melchin, L.J. Robb, J. Shergold, M. Velleneuve, B.R. Wardlaw, J. Ali, H. Brinkhuis, F.J. Hilgen, J. Hooker, R.J. Howarth, A.H. Knoll, J. Laskar, S. Monechi, J. Powell, K.A. Plumb, I. Raffi, U. Röhl, A. Sanfilippo, B. Schmitz, N.J. Shackleton, G.A. Shields, H. Strauss, J. Van Dam, J. Veizer, Th. Van Kolfshoten & D. Wilson. 2004. *A Geologic Time Scale*. Cambridge University Press, 500 pp.
- Guler, V. & S. Archangelsky. 2006. Albian dinoflagellate cysts from the Kachaike Formation, Austral Basin, Southwest Argentina. *Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales n. s.* 8: 179-184.
- Hatcher, J.B. 1897. On the geology of Southern Patagonia. *American Journal of Science* 4: 327-354.
- Heilmann-Clausen, C. & E. Thomsen. 1995. Barremian-Aptian dinoflagellates and clacareous nannofossils in the Ahlum 1 Borchole and the Otto Gott Clay pit, Sarstedt, Lower Saxony Basin, Germany. *Geologisches Jahrbuch, Reihe A*. 141: 39-76.
- Heimhofer, U., P.A. Hochuli, S. Burla & H. Weissert. 2007. New records of Early Cretaceous angiosperm pollen from Portuguese coastal deposits: implications for the timing of the early angiosperm radiation. *Review of Palaeobot. and Palynol.* 144: 39-76.
- Leanza A.F. 1970. Ammonites nuevos o poco conocidos del Aptiano, Albiano y Cenomaniano de los Andes Australes con notas acerca de su posición estratigráfica. *Asociación. Geológica Argentina, Revista* 25: 197-261.
- Malumian, N. & V. Masiuk. 1975. Foraminíferos de la Formación Pampa Rincón (Cretácico Inferior) Tierra del Fuego. *Revista Española de Micropaleontología* 7: 579-600.
- Medina, F.A. 1987. Megatrigoniinae del Albiano del lago Cardiel, provincia de Santa Cruz y *Trigonia hyriiformis* Wilckens del Cretácico antártico. (Bivalvia) Dirección Nacional del Antártico, Contribución 356: 1-20.
- Medina, F.A. & A.C. Riccardi, 2005. Desmoceratidae, Silesitidae and Kossmaticeratidae (Ammonitina) from the Upper Aptian-Albian of Patagonia (Argentina). *Revue de Paléobiologie* 24: 251-286.
- Morgan, R. 1980. Palynostratigraphy of the Australian Early and Middle Cretaceous. *Memoirs of the Geological Survey of New South Wales. Palaeontology* 18: 1-153.
- Nulló, F.E., J.L. Panza & G. Blasco. 1999. Jurásico y Cretácico de la Cuenca Austral. En: R. Caminos (ed.), *Geología Argentina. Anales de la Secretaría de Geología y Minería* 29: 1-796. Buenos Aires.
- Ottone, G. & M.B. Aguirre Urreta. 2000. Palinomorfos Cretácicos de la Fm. Springhill en Estancia El Salitral, Patagonia Austral, Argentina. *Ameghiniana* 37: 379-382.
- Partridge, A.D. 2006. Late Cretaceous palynology zonation for Australia. En: Monteil, E. (ed.), *Australian Mesozoic Palynology Zonations – updated to the 2004 Geologic Time Scale. Geoscience Australia Record* 2006/23.
- Piátnitzky, A. 1938. Observaciones geológicas en el oeste de Santa Cruz (Patagonia). *Boletín de Informaciones Petroleras* 165: 45-95.
- Pöthe de Baldis, D. & V. Ramos. 1980. Las microfloras de la Fm. Río Mayer y su significado estratigráfico, provincia de Santa Cruz, República Argentina. 2º Congr. Arg. Paleontol. y Bioestrat. y 1º Congr. Latinoameric. Paleontología (Buenos Aires, 1978). *Actas* 5: 201-213.
- Prössl, K.F. 1990. Dinoflagellaten der Kreide – Unter – Hauterive bis Ober – Turon – im niedersächsischen Becken. Stratigraphie und Fazies in der Kernbohrung Konrad 101 sowie einiger anderer Bohrungen in Nordwestdeutschland. *Palaeontographica, Abteilung B* 218: 93-191.
- Quattrocchio, M.E., M.A. Martínez, A. Carpinelli Pavicich & W. Volkheimer. 2006. Early Cretaceous palynostratigraphy, palynofacies and palaeoenvironments of well sections in northeastern Tierra del Fuego, Argentina. *Cretaceous Research* 27: 584-602.
- Ramos, V.A. 1982. Geología de la región del lago Cardiel, provincia de Santa Cruz. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 37: 23-49.
- Riccardi, A.C. 1971. Estratigrafía en el oriente de bahía de la Lancha, lago San Martín, Santa Cruz. *Revista del Museo de La Plata, Geología* 7: 245-318.
- 1988. The Cretaceous system of southern South America. *Geological Society of America. Memoir* 168.
- Riccardi, A.C., M.B. Aguirre Urreta, & F.A. Medina. 1987. Aconoceratidae (Ammonitina) from the Hauterivian-Albian of Southern Patagonia. *Palaeontographica A* 196: 105-185.
- Riccardi, A.C. & F.A. Medina. (2002): The Beudanticeratinae and Cleoniceratinae (Ammonitina) from the Lower Albian of Patagonia. *Revue de Paléobiologie*, 21(1): 291-351.
- Riccardi, A.C. & E.O. Roller. 1980. Cordillera Patagónica Austral. *Geología Regional Argentina. Segundo Simposio*, II: 1173-1306. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba.
- Riding, J.B. & J.A. Crame. 2002. Aptian to Coniacian (Early – Late Cretaceous palynostratigraphy of the Gustav Group, James Ross Basin, Antarctica *Cretaceous Research* 23: 739-760.
- Thomas, C.R. 1949. Geology and Petroleum Exploration in Magallanes Province, Chile. *American Association Petroleum Geologists, Bulletin* 33: 1553-1578.
- Torricelli, S. 2001. Dinoflagellate cyst stratigraphy of the Lower Cretaceous Monte Soro Flysch in Sicily (Italy). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 107: 79-105.
- 2006. Dinoflagellate cyst stratigraphy of the Scisti

a Fucoidi Formation (Early Cretaceous) from Piobbico, Central Italy: calibrated events for the Albian of the Tethyan Realm. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 112: 95-111.  
Williams, G.L., H. Brinkhuis, J.P. Bujak, S.P. Damassa, P.A. Hochuli, L. de Verteuil & D. Zevenboom. 1998. Dinoflagellates. Appendix to Mesozoic and Cenozoic

sequence chronostratigraphic framework of European Basins. En: J. Hardenbol, J. Thierry, M.B. Farley, T. Jacquin, P.C. de Graciansky & P.R. Vail (eds.), *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins*. Society for Sedimentary Geology, Special Publication 60: 9, cuadro 3.

Recibido: 14-VIII-2008

Aceptado: 22-X-2008

Apéndice 1. Lista de especies de quistes de dinoflagelados identificados

*Apteodinium* sp.  
*Carpodinium granulatum* Cookson & Eisenack, *emend.* Leffingwell & Morgan (Fig. 4, E,F)  
*Cometodinium* sp.  
*Coronifera oceanica* Cookson & Eisenack *emend.* May  
*Cribroperidinium orthoceras* (Eisenack) Davey  
*Dingodinium cerviculum* Cookson & Eisenack, *emend.* Khowaja-Ateequzzaman *et al.* (Fig. 4, A,B)  
*Exochosphaeridium phragmites* Davey *et al.*  
*Florentinia* spp.  
*Gonyaulacysta* spp.  
*Hystrichodinium pulchrum* Deflandre (Fig. 4, L,P)  
*Kiokansum unituberculatum* (Tasch en Tasch *et al.*) Stover & Evitt  
*Leberidocysta* sp. cf. *L. chlamydata* (Cookson & Eisenack) Stover & Evitt (Fig. 4, C,D)  
*Oligosphaeridium complex* (White) Davey & Williams (Fig. 4, M)  
*Oligosphaeridium pulcherrimu* (Deflandre & Cookson) Davey & Williams, 1966  
*Ovoidinium* sp.  
*Pilosidinium aptiense* (Burger) Courtinat en Fauconnier & Masure  
*Prolixosphaeridium conulum* Davey (Fig. 4, G,H)  
*Sepispinula anchorifera* (Cookson & Eisenack) Islam (Fig. 4, I)  
*Spiniferites* spp.  
*Tanyosphaeridium* sp. cf. *T. isocalamus* (Deflandre & Cookson) Davey & Williams  
*Tehamadinium* sp. cf. *T. sousense* (Below) Jan du Chêne *et al.* (Fig. 4, N,O)  
*Valensiella* sp. (Fig. 4, J,K)

Apéndice 2. Lista de esporas, polen y algas identificadas

*Aequitriradites* sp.  
*Afropollis* sp. (Fig. 6, K,L)  
*Antulsporites* sp. A (Fig. 5, E)  
*Appendicisporites potomacensis* Brenner  
*Araucariacites australis* Cookson  
*Arecipites* sp. (Fig. 6, C)  
*Asteropollis* sp. (Fig. 6, I; Fig. 7, C)  
*Baculatisporites comaumensis* (Cookson) Potonié  
*Balmeiopsis limbatus* (Balme) Archangelsky  
*Botryococcus* sp.  
*Callialasporites dampieri* (Balme) Sukh Dev (y sus formas *trilobatus*, *segmentatus*)  
*C. sp. A* (Fig. 5, I)  
*Ceratosporites equalis* Cookson & Dettmann  
*Cicatricosisporites cuneiformis* Pocock (Fig. 5, D)  
*C. hughesii* Dettmann

*Classopollis* spp. (Fig. 7, F)  
*Clavatipollenites* spp.  
*Concavissimisporites* cf. *penolaensis* Dettmann  
*C. sp. A* (Fig. 5, A)  
*C. sp. B*  
*Contignisporites glebulentus* Dettmann  
*Cretacaeosporites* sp. (Fig. 6, G)  
*Crybelosporites punctatus* Dettmann  
*Cyatheacidites tectifera* Archangelsky & Gamero  
*Cyathidites australis* Couper  
*Cyclusphaera psilata* Volkheimer & Sepúlveda  
*C. radiata* Archangelsky (Fig. 5, L)  
*C. crassa* Archangelsky (Fig. 5, K)  
*C. sp. A* (Fig. 5, J)  
*Densoisporites velatus* W273,275,277eyland & Krieger *emend.* Krasnova  
*D. corrugatus* Archangelsky & Gamero (Fig. 5, F)  
*Echimonocolpites* sp.  
*Foraminisporis wonthaggiensis* (Cookson & Dettmann) Dettmann (Fig. 7, D)  
*F. asymmetricus* (Cookson & Dettmann) Dettmann  
*Gamerroites volkheimeri* Archangelsky  
*Gleicheniidites senonicus* Ross (Fig. 7, A)  
*Klukisporites* sp.  
*Leptolepidites verrucatus* Couper  
*Liliacidites* sp. (Fig. 6, J)  
*Matonisporites* sp.  
*Microcachyridites antarcticus* Cookson  
*Murcingulisporis annulatus* Archangelsky & Gamero  
*Osmundacidites wellmanii* Couper  
*Pilunsporites rugulatus* Archangelsky & Archangelsky  
*Podocarpidites* spp.  
*Polen monocolpado* (1C) reticulado grande  
*Polen monosacado* (1S) (Fig. 5, H)  
*Polen tricolpado* (3C) (Fig. 6, D,E)  
*Polen tricolporoide* (3CP) (Fig. 6, F)  
*Retimonocolpites* spp. (Fig. 6, A,B)  
*Retitriteles austroclavatidites* (Cookson)  
*Ruffordiaspora australiensis* (Cookson) Dettmann & Clifford (Fig. 5, G)  
*Schizosporis reticulatus* Cookson & Dettmann  
*Sotaspota elegans* (Archangelsky & Gamero) Archangelsky & Archangelsky  
*S. triangularis* Archangelsky & Archangelsky  
*Staplinisporites caminus* (Balme) Pocock  
*Tauocusporites segmentatus* Stover  
*T. sp. A*  
*Trilites* cf. *tuberculiformis* Cookson  
*T. apiverrucatus* Couper (Fig. 5, C; Fig. 7, E)  
*T. trioreticulosus* Couper (Fig. 5, B; Fig. 7,B)  
*T. sp. A*  
*Trisaccites microsaccatum* (Couper) Couper  
*Vitreisporites pallidus* (Reissinger) Nilsson  
Cf. *Walkeripollis* sp. (Fig. 6, H)