

## Palinología y paleoambientes en el perfil de Bajo Comisión (Cretácico), provincia de Santa Cruz, Argentina

Sergio ARCHANGELSKY<sup>1</sup>, Ana ARCHANGELSKY<sup>1</sup> & Gerardo CLADERA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>División Paleobotánica, Museo Argentino de Cs. Ns. 'B. Rivadavia'. Av. Angel Gallardo 470, 1425 Buenos Aires, Argentina. sarcang@fibertel.com.ar, aarchangelsky@gmail.com.ar. <sup>2</sup>Museo Paleontológico 'E. Feruglio', Trelew, Chubut. gcladera@mef.org.ar

**Abstract: Palynology and paleoenvironments of the Bajo Comisión section, Cretaceous of Santa Cruz province, Argentina.** A section at the classical locality Bajo Comisión, originally studied by T. Halle, has provided new stratigraphical data. More than 200 palynological species assigned to the Albian have been determined. They were recovered in 16 fertile horizons along the 272 m thick column. The three lower fertile horizons are referred to the Río Mayer Formation while the other levels belong to the Kachaiké Formation. Counts of the main palynological groups include a marine sector in the lower half of the profile. Pteridophytes (abundant Anemiaceae) and gymnosperms (mainly *Classopollis*) dominate throughout the column, while angiosperms are represented by scarce and moderately varied primitive types. The environment was dominated by deltaic sedimentation (prodelta-deltaic front-subaqueous plains) with a moderate marine influence in the lower part of the column, becoming typically continental (sub-aerial-fluvial) at the upper half of the section. The stratigraphic distribution of 80 selected species shows a gradual and constant change in the composition of the palynological assemblage. Two main biostratigraphic units are characterized by first and last appearances of several taxa. Further subdivisions that may have biostratigraphic significance are also suggested. Finally, comparisons with other palynofloras of the Austral Basin in Santa Cruz province, are made.

**Key words:** Palynology, Paleoenvironments, Bajo Comisión Section, Albian, Austral Basin, Argentina.

**Resumen:** El perfil de la clásica localidad Bajo Comisión, originalmente estudiada por T. Halle, ha brindado información estratigráfica adicional. Se determinaron más de 200 especies de palinomorfos recuperados de 16 niveles fértiles a lo largo de la columna de 272 m de espesor asignada al Albiano. Los tres niveles fértiles inferiores han sido referidos a la Formación Río Mayer, mientras que los niveles restantes corresponden a la Formación Kachaiké. Los conteos de los principales grupos palinológicos incluyen niveles marinos en la mitad inferior del perfil. En la columna dominan las Pteridófitas (abundantes Anemiaceae) y Gimnospermas (principalmente *Classopollis*), mientras que las angiospermas se hallan representadas por algunas especies primitivas con porcentajes moderados a bajos. El ambiente fue dominado por sedimentación deltaica con una moderada influencia marina en la mitad inferior del perfil (prodelta-frente deltaico-planicies subácuas), y típicamente continental (sub-aerea y fluvial) en su mitad superior. La distribución estratigráfica de 80 especies seleccionadas muestra un cambio gradual (en el lapso cronológico que abarca el perfil) de la asociación palinológica. Dos unidades bioestratigráficas mayores se caracterizan por las primeras apariciones o extinciones de varios taxones. Se sugieren otras subdivisiones menores que pueden tener un eventual significado bioestratigráfico. Finalmente, se realizan comparaciones con otras palinofloras de la Cuenca Austral en Santa Cruz.

**Palabras clave:** Palinología, Paleoambientes, Perfil Bajo Comisión, Albiano, Cuenca Austral, Argentina.

### INTRODUCCIÓN

El perfil de la localidad Bajo Comisión se halla ubicado al oeste de la provincia Santa Cruz (Fig. 1) en el ámbito regional de la Cuenca Austral Patagónica (Nullo et al., 1999). La localidad en sí se conoce desde la época de Halle (1913), quien descubrió y describió una flora cretácica con

restos momificados de plantas, entre las cuales figuran esporas in situ del helecho *Nathorstia alata* Halle. Aparte de este hallazgo, el autor sueco describió una rica asociación florística en la cual menciona la presencia de angiospermas. Esta columna se dató a la sazón en el Cretácico Temprano (Aptiano-Albiano).

Con posterioridad los afloramientos cretácicos

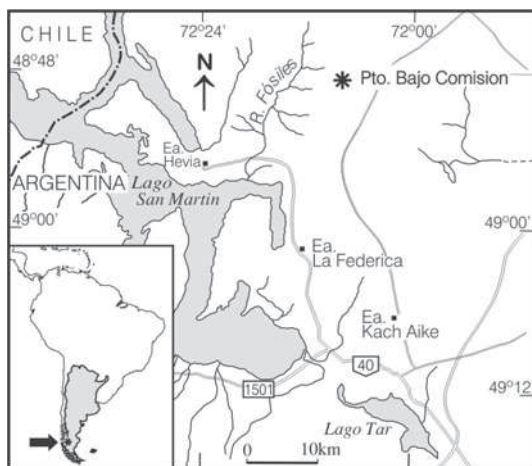


Fig 1. Mapa de ubicación del perfil Bajo Comisión en la provincia Santa Cruz.

del perfil Bajo Comisión fueron localizados nuevamente (en Baldoni & Ramos, 1981) y referidos por estos autores a la Fm. Kachaike (Riccardi, 1971). También se dieron a conocer otros fósiles vegetales recogidos en varias localidades cercanas, pertenecientes a la misma unidad litoestratigráfica (Baldoni & Ramos, 1981, Longobucco et al., 1985, entre otros).

Tomando en consideración el valor histórico de esta localidad, se decidió realizar un estudio más detallado de la secuencia para determinar con precisión los niveles portadores de los fósiles vegetales, mega y microscópicos, y reconocer los respectivos paleoambientes en los cuales estos restos fueron depositados. Hasta el momento se han publicado trabajos paleobotánicos (Passalía, 2007a, b y 2009) y palinológicos (Barreda & Archangelsky, 2006; Guler & Archangelsky, 2006), en los que se presentó un perfil esquematizado con el fin de ubicar los materiales estudiados.

En este trabajo, se presenta el perfil definitivo e integrado de la localidad Bajo Comisión con un estudio sedimentológico-paleoambiental, completado con aspectos palinológicos que faltaban desarrollar.

También se ha usado información palinológica obtenida en estudios taxonómicos de algunos grupos y géneros de esporas, basada en materiales que proceden de distintos perfiles de la Cuenca Austral, entre ellos el de Bajo Comisión (Archangelsky, 2009; Archangelsky & Archangelsky, 2005, 2010a, 2010b; Villar de Seoane & Archangelsky, 2008). La distribución estratigráfica de estos taxones corresponde a los mismos niveles palinológicos aquí considerados.

Por otra parte, durante el Cretácico Inferior se reconocen en este sector de la Cuenca Austral varios ciclos y subciclos tectono-sedimentarios con oscilaciones marinas transgresivas y regresivas e intercalaciones de sedimentación continental. De acuerdo con Arbe (2002) la Fm. Kachaike se desarrolló durante el subciclo regresivo Kachaike-Piedra Clavada del Ciclo Lago San Martín.

En esta contribución se presenta un estudio de los paleoambientes reconocidos en el perfil y se efectúa un reconocimiento estadístico de los principales grupos de palinomorfos. En la columna sedimentaria también se agrega la distribución de taxones que no fueron estudiados anteriormente (posiblemente nuevos), algunos de los cuales parecen tener importancia bioestratigráfica regional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El relevamiento del perfil que abarca la Fm. Kachaike y el tope de la Fm. Río Mayer (Hatcher, 1897) en la localidad Bajo Comisión en Santa Cruz se realizó en dos campañas en los años 2000 y 2001 (Fig. 1). Durante las mismas se recolectaron muestras correspondientes a 16 niveles para el análisis palinológico aquí presentado. El nivel inferior muestreado, PBC 17, no ha brindado polen. La preparación de las mismas se efectuó siguiendo la técnica propuesta por Gamberro & Cárdenas (1980), la cual comprende eliminación de carbonatos y silicatos con HCl y HF, respectivamente, filtrados por mallas de 10  $\mu\text{m}$ , 25  $\mu\text{m}$  y 250  $\mu\text{m}$ , y montaje permanente en glicerina-gelatina/formol. Los residuos obtenidos de la materia orgánica y la roca madre se guardan en la División Paleobotánica del Museo Argentino de Ciencias Naturales 'B. Rivadavia' (MACN), y los preparados microscópicos en la palinoteca del mismo Museo (BA Pal). Se hicieron dos series de preparados: 1) material de residuo sin filtrar, usado para conteo, y 2) material de residuo filtrado por diferentes mallas. El conteo se realizó sobre dos preparados microscópicos de los residuos originales de cada nivel, incluyendo el total de la materia orgánica filtrada por malla de 250  $\mu\text{m}$ . Se contabilizaron 300 palinomorfos (150 por preparado), tanto marinos como continentales. Se completó posteriormente el conteo de los palinomorfos exclusivamente continentales a 300 ejemplares. Para el estudio de los residuos al microscopio electrónico de barrido (MEB), se usaron diferentes fracciones, según el tipo de palinomorfo buscado (megásporas, polen de angiospermas, etc.). Previo lavado y filtrado, se montó

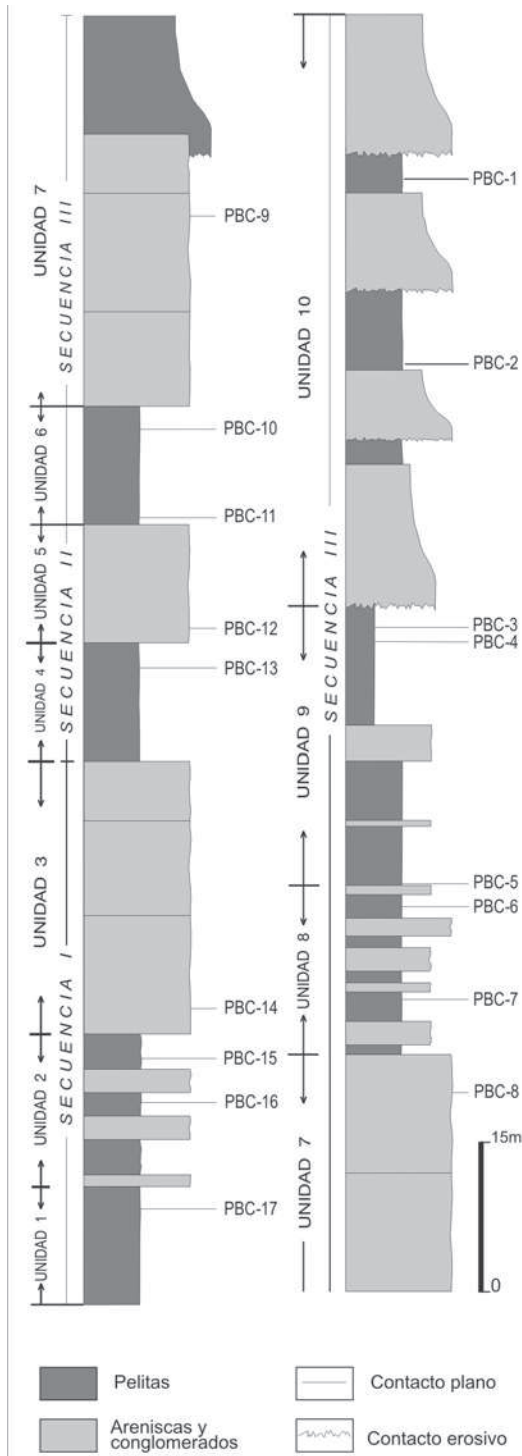


Fig. 2. Perfil Bajo Comisión. Ubicación de las unidades reconocidas en las tres secuencias depositacionales (véase texto para detalle) y localización de las muestras palinológicas (PBC).

en un taco el residuo correspondiente y se metalizó el material con baño de oro/paladio. El baño y la observación del material fueron realizados en el Laboratorio de microscopía electrónica del MACN. Los tacos utilizados están depositados en la División Paleobotánica con la sigla BA Pb MEB.

La observación del material se realizó con microscopios Zeiss Axioscope y Leitz Diaplan. Las fotografías se realizaron con cámaras Nikon Coolpix 995, Leica DFC 280 y Sony Cyber-shot DSC-CS85, mientras que las observaciones y fotografía con MEB se efectuaron con un Phillips XL 30 TMP del MACN. Las coordenadas de los ejemplares ilustrados en este trabajo corresponden al England Finder.

ESTRATIGRAFÍA Y ANÁLISIS DE FACIES

Descripción del perfil Bajo Comisión

La Fm. Kachaiké fue estudiada sobre la base del levantamiento de cuatro perfiles alineados según una transecta orientada este-oeste en la localidad Bajo de la Comisión. Se describen las principales asociaciones de facies sedimentarias reconocidas en la unidad, y se presenta un marco tentativo de modelo paleogeográfico.

En este perfil integrado se reconocieron 5 facies sedimentarias siendo el espesor total de la secuencia de unos 272 metros (Fig. 2).

Asociación de pelitas laminadas

Conforma la parte inferior del perfil con un espesor máximo de 23 m, no observándose su base, cubierta por depósitos cuaternarios. Se trata de una secuencia muy monótona de pelitas finamente laminadas de color gris oscuro hasta negro, estratificadas sin solución de continuidad. Por sus características litológicas es muy probable que este conjunto corresponda a los términos cuspidales de la Fm. Río Mayer, Miembro Superior (Arbe, 2002).

Esta facies es interpretada como depositada en un ambiente de plataforma interna (*offshore*), básicamente por decantación de material fino.

Asociación de pelitas con intercalaciones de areniscas

Esta facies muestra un contacto transicional con la anterior, alcanzando un espesor de 21 metros. Está integrada por areniscas negras, finamente laminadas, en ocasiones muy carbonosas, que presentan delgadas intercalaciones de areniscas finas a muy finas, generalmente macizas, en ocasiones finamente laminadas y sólo excep-

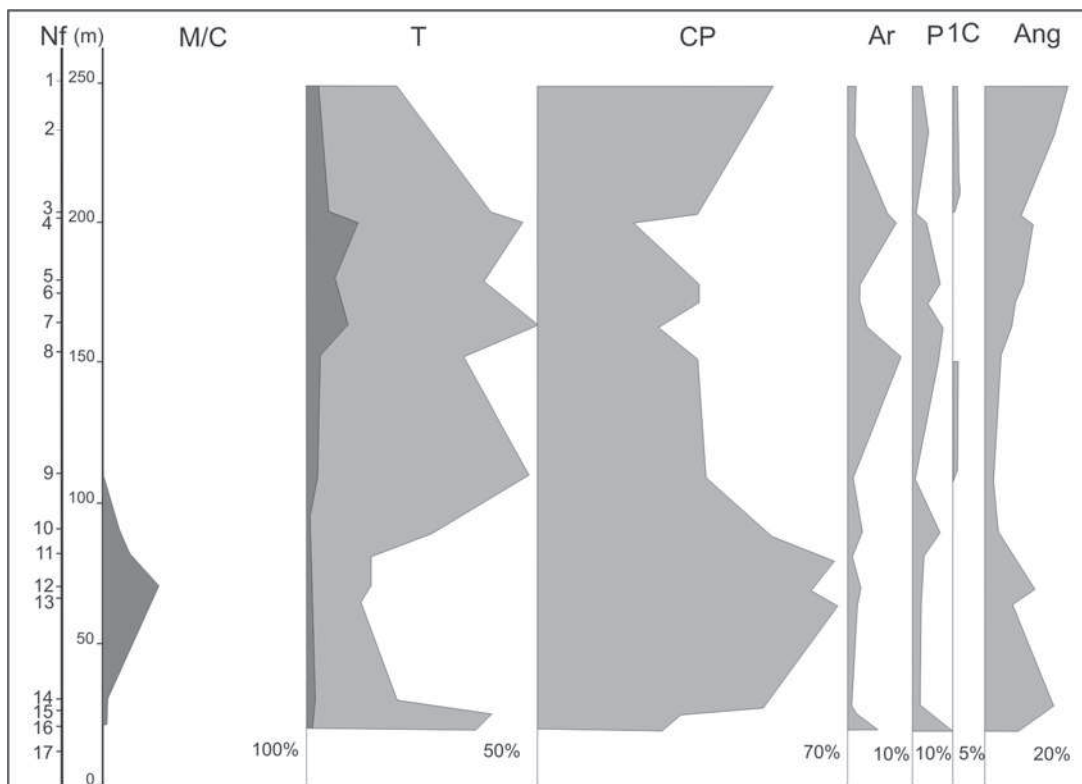


Fig. 3. Porcentaje de los principales grupos palinológicos reconocidos. Nf= Nivel fosilífero. M/C= relación de palinómorfos continentales y marinos. T= esporas de briófitas y pteridófitas (se destaca con sombreado el porcentaje de esporas cicatricosas de anemiáceas). CP= *Classopollis*. Ar= Araucariáceas. P= Podocarpaceas. 1C= Polen monocarpado. Ang= Angiospermas.

cionalmente mostrando laminación ondulítica de corriente. Estas areniscas conforman bancos muy tabulares de hasta 4 cm de espesor, con contactos netos, aunque no erosivos, con los términos pelíticos.

El arreglo vertical de facies sugiere un ambiente prodelta proximal para este intervalo.

#### *Asociación de areniscas y pelitas organizadas en ciclos grano y estratocrecientes*

Conforma secuencias decamétricas tres veces recurrentes en el perfil analizado que alcanzan un espesor total de 22 metros. La base de cada uno de los ciclos recurrentes está integrada por bancos delgados, a medianos, de pelitas carbonosas laminadas de color negro. Estos se interestratifican con bancos delgados a medianos de areniscas gris verdosas, muy finas y finas, macizas, en ocasiones mostrando restos vegetales mal conservados en su base.

Sobre este conjunto se disponen areniscas medianas y finas con frecuente laminación ondulítica de corriente que presentan intercalaciones

centimétricas de pelitas laminadas. Finalmente, el tope de esta facies está conformado por bancos medianos a gruesos de areniscas medianas (raramente gruesas), en ocasiones amalgamados, con laminación ondulítica bien desarrollada y sets de estratificación entrecruzada tanto tabular como en artesa.

El arreglo vertical grano y estratocreciente de esta facies sumado a la existencia de estructuras tractivas, muy probablemente generadas en barras de desembocadura, llevan a interpretar al conjunto como depositado en un ambiente de frente deltaico.

#### *Asociación de areniscas y pelitas organizadas en ciclos granodecipientes*

Esta facies alcanza un espesor total de 126 m conformando unos diez ciclos granodecipientes integrados por areniscas gruesas en la base y pelitas fuertemente carbonosas, con abundantes restos vegetales en el techo. Cada uno de los ciclos se inicia con una base ligeramente erosiva seguida por areniscas gruesas que excepcionalmente

muestran delgados lentes de gravilla o clastos polimícticos intraformacionales; este conjunto está cubierto transicionalmente por areniscas gruesas y medianas, con frecuente estratificación entrecruzada o capas planas. Finalmente, pelitas laminadas conformando intervalos de hasta 2 cm de espesor rematan cada ciclo.

Se interpreta al conjunto descripto como el resultado de una sedimentación fluvial en áreas de plataforma deltaica, tanto subácea como subaérea.

#### *Asociaciones de areniscas, conglomerados y pelitas*

Con un espesor total de 80 m esta facies conforma el tope del perfil de Bajo Comisión, el que se encuentra muy cubierto por derrubio. Esencialmente comprende ortoconglomerados polimícticos que constituyen aproximadamente un 40% de la facies, y que conforman estratos tabulares macizos que se disponen sobre una base moderadamente erosiva con frecuentes restos de troncos transportados. Estas rocas son seguidas por areniscas gruesas hasta medianas con frecuente estratificación entrecruzada (conformando aproximadamente un 50% de la facies), que rematan en delgados niveles de pelitas laminadas parcialmente carbonosas.

Se interpreta que el conjunto fue depositado en un ambiente fluvial dominado por canales de moderada a alta sinuosidad.

#### **Encadenamiento vertical de las asociaciones de facies descriptas**

Las asociaciones de facies aquí descriptas se disponen verticalmente formando secuencias limitadas por superficies de inundación marina, dentro de un contexto general caracterizado por intervalos de progradación deltaica. Sobre la base de lo expuesto, se han identificado tres secuencias transgresivas-regresivas. La primera, de 50 m de espesor, se inicia en su base con las pelitas de *offshore* de la Fm. Río Mayer (unidad 1 del perfil) cubierta por depósitos pelítico-arenosos de prodelta (unidad 2) y finalmente areniscas y pelitas de frente deltaico (unidad 3), desarrolladas en secuencias estrato y granocrecientes. La segunda secuencia depositacional resulta la más delgada (22 m) y se inicia con una superficie de inundación marina seguida por pelitas de transición *offshore-nearshore* (unidad 4) y depósitos arenosos de frente deltaico (unidad 5).

Finalmente, la tercera secuencia depositacional es la mejor desarrollada alcanzando un espesor total mínimo (techo cubierto) de 210 metros. Esta secuencia se inicia como las anteriores con

una superficie de inundación marina seguida por pelitas de *offshore* (unidad 6) y una potente secuencia grano y estratocreciente que corresponde a depósitos de frente deltaico (unidad 7). Estas rocas son sucedidas por facies de plataforma deltaica (unidades 8 y 9) y finalmente sedimentos fluviales (unidad 10).

En síntesis, el marco paleoambiental de la unidad puede describirse como una secuencia deltaica progradante sujeta a por lo menos tres eventos transgresivos menores que limitan las secuencias depositacionales arriba señaladas. Finalmente hacia el techo del perfil cesan las condiciones marinas-deltaicas y se implanta un sistema fluvial de moderada a baja sinuosidad.

### PALINOLOGÍA ESTRATIGRÁFICA

#### **Distribución de los grupos palinológicos en el perfil**

Los palinomorfos reconocidos fueron agrupados en categorías de acuerdo a su afinidad botánica (Fig. 3), y se agregó una columna con la abundancia relativa de elementos marinos y continentales en cada nivel.

La selección de los grupos refleja esencialmente la afinidad botánica. En T se incluyeron todas las esporas (trilete y monoete), que corresponden fundamentalmente a pteridófitas, siendo las briófitas más escasas. Un subgrupo fue destacado para señalar esporas de la familia Anemiaceae, helechos que muestran una presencia constante y un llamativo sector de abundancia en la columna. Entre las gimnospermas se reconocen las siguientes familias de coníferas: Cheirolepidiaceae (con el género *Classopollis* = C), Araucariaceae (= A, con los géneros *Cyclospora*, *Balmeiopsis* y *Araucariacites*) y Podocarpaceae (= P, con los géneros de polen sacado, incluyendo *Callialasporites*). En la columna 1C (básicamente polen monocarpado liso, al que se agregó polen bisacado del tipo *Vitreisporites*) se incluyen las cycadales, bennettitales, ginkgoales y pteridospermas *sensu lato*. Estos grupos fueron bajos productores polínicos, tal como acontece con sus representantes actuales (cycadales y ginkgoales). Finalmente, las angiospermas (Ang) constituyen un grupo con polen primitivo y relativamente escaso. En el mismo se incluyen granos referidos a *Afropollis*, cuya afinidad a las angiospermas aún presenta ciertas dudas, y *Arecipites*, que en parte representaría a las palmeras.

El sector inferior del perfil (puntos de muestreo PBC 16-9) se caracteriza por un evento transgresivo que alcanza a tener un pico cer-



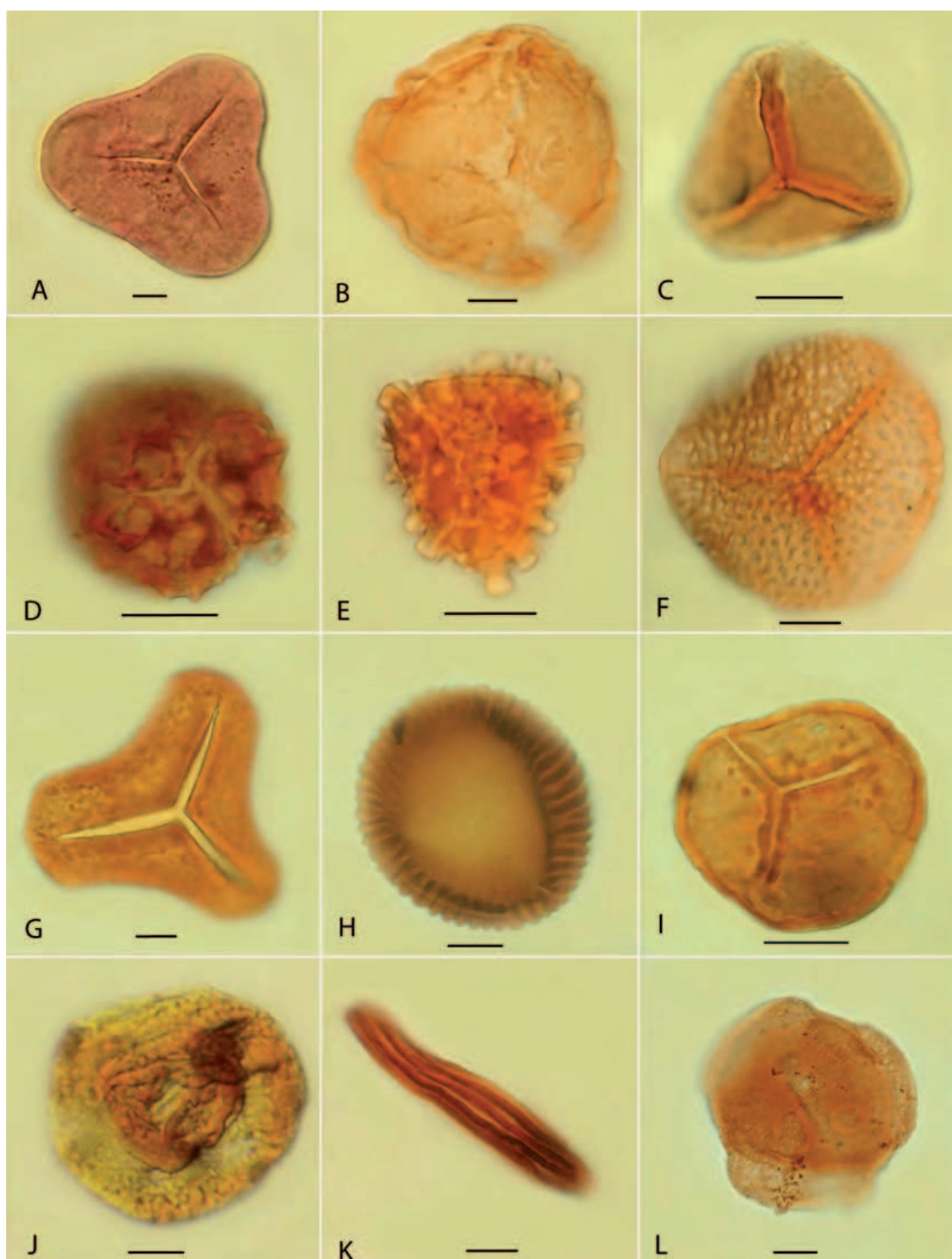


Fig. 5. **A** *Concavissimisporites punctatus* (Delcourt & Sprumont) Pocock (BA PB Pal 6288, C 42/3); **B** *Densoisporites perinatus* (Couper) Brenner (BA PB Pal 6102, T 22); **C** *Biretisporites* cf. *B. potonie* Delcourt & Sprumont (BA PB Pal 6107, X 37/4); **D** *Reticulatisporites arcuatus* Brenner (BA PB Pal 6118, U 29); **E** *Neoraistrickia truncatus* (Cookson) Potonie (BA PB Pal 6287, F 31/4); **F** *Foveosporites foveoreticulatus* Döring (BA PB Pal 6117, U 30); **G** *Concavissimisporites crassatus* (Delcourt & Sprumont) Delcourt et. al. (BA PB Pal 6121, X 38); **H** *Patera* sp. (BA PB Pal 5676, E 37/4); **I** *Taurocusporites* sp. 1 (BA PB Pal 5676, P 34); **J** *Monosaccites* sp. (BA PB Pal 6287, R 24/3); **K** *Equisetosporites* sp. (BA PB Pal 5676, L 48/3); **L** *Callialasporites* sp. 1 (BA PB Pal 5637, Q 36/2). Esc. 10  $\mu$ m

ca, con abundantes restos de algas (*Botryococcus*, *Schizosporis reticulatus*) y megásporas en excelente estado de preservación.

En la base del perfil, en los puntos PBC 15 y 16 aparece material 'charcolificado'. También se observó dicho material, aunque mucho más escaso, en el punto PBC 8. En la parte superior del perfil, entre los puntos PBC 5 a 2, también es abundante el material 'charcolificado' (traqueídas, cutículas y sus estomas, fibras y polen), producto de paleoincendios. Es evidente que los paleoincendios fueron muy recurrentes y su merma o ausencia se registra en el sector de la ingresión marina (puntos PBC 14 a 9).

### Distribución estratigráfica de los palinomorfos

En el Apéndice (al final del trabajo) se agrupa, por afinidad botánica, la mayor parte de los palinomorfos reconocidos (en total, 152 taxones). Se ha obviado, sin embargo, la cita de algunas formas poco diagnósticas en estratigrafía (triletes lisos, muchas gleicheniáceas, osmundáceas, monocarpados lisos, algunas podocarpáceas y otros bisacados, etc.). En el listado, algunas de estas formas se citan por su epíteto genérico, y se determinan como 'spp' al estar representadas por varias especies.

La lista de especies que fueron consideradas con fines bioestratigráficos se incluye en la Fig. 4, donde los taxones se distribuyen de acuerdo a su presencia en los 16 niveles analizados para este perfil.

Los datos que se incluyen en la lista han sido obtenidos básicamente en esta investigación, pero también se usó información aportada en trabajos taxonómicos previos donde se estudió, entre otros, material del perfil de Bajo Comisión (Archangelsky & Archangelsky, 2005, 2010a, 2010b; Barrera & Archangelsky, 2006; Archangelsky, 2009; Villar de Seoane & Archangelsky, 2008). En conjunto se seleccionaron 80 taxones, principalmente aquéllos que marcan primeras y últimas o únicas apariciones en el perfil: ellas han permitido establecer líneas-tiempo que limitan cambios paleoflorísticos de magnitud variable. Se confrontaron estos límites con los paleoambientes determinados (columna estratigráfica en la Fig. 4), y se definieron unidades bioestratigráficas de acuerdo al perfil de la Fig. 2 (U). Estos cambios permitieron reconocer 4 asociaciones que se definen, desde la base, como D (puntos PBC 16-14 U 2,3), C (puntos PBC 13-10 U 4,5,6 en parte), B (puntos PBC 9-5 U 6 en parte, 7,8) y A (puntos PBC 4-1 U 9-10) (Fig. 4).

Cabe señalar que el cambio más significativo se produce entre los puntos 9 y 10.

Si bien las cuatro etapas paleoflorísticas no presentan cambios bruscos, un rasgo evidente es el límite que se establece entre los puntos 7/9 y 10 del perfil. La ingresión marina (puntos 13-10) juega un papel primordial al disminuir o anular la presencia de ciertas especies en su tramo (*Foveosporites foveoreticulatus* (Fig. 5F), *Trilobosporites trioreticulosus* (Fig. 7L), *Concavissimisporites punctatus* (Figs. 5A y 7F), *Reticulatisporites arcuatus* (Fig. 5D), *Cicatricosisporites annulatus*, *C. pramparohana*, *Sotasporites elegans*, *Lusatisporites* sp. 1, y *Podocarpidites parviauriculata*, entre otras). Además hay tres especies que son exclusivas del tramo marino (*Lusatisporites* sp. 2 (Fig. 6B), *Callialasporites* sp. 2 y 3CP sp.).

El cese de la influencia marina permitió el desarrollo de una etapa florística nueva en la cual se observa la extinción de varios taxones en los sectores superiores (últimas apariciones), entre ellos *Concavissimisporites apiverrucatus* (Fig. 7D), *C. punctatus* (Fig. 7F), *Trilobosporites trioreticulosus* (Fig. 7L), *Leptolepidites macroverrucosus* (Fig. 7J), *Reticulatisporites arcuatus* (Fig. 5D), *Cicatricosisporites annulatus*, *Dictyotosporites complex* (Fig. 6A), *Muricingulisporis annulatus*, *Sotasporites elegans* y *Ginkgocycadophytus* sp. (Fig. 6D).

Por otra parte, a partir del punto PBC 9, habría un significativo cambio bioestratigráfico, marcado por las numerosas especies que hacen su primera aparición, en parte como consecuencia de una variación paleoambiental, con una débil influencia marina (y retrabajamiento de sedimentos infraestantes) (Fig. 3). De esta manera aparecen 9 especies en el punto PBC 9 (*Aequitriradites superspinulosus*, *Concavissimisporites crassatus* (Fig. 5G), *Cardioangulina elongata* (Fig. 7K), *Crybelosporites berberioides* (Fig. 7G), *C. punctatus* y algunas megásporas). Otras 9 especies aparecen en el punto PBC 8 (entre ellas *Palaeomohria patagonica*, *Taurocusporites* sp. 3 y varias megásporas), en tanto que 14 especies lo hacen en el punto PBC 7 (*Cicatricosisporites venustus*, *C. minutaestriatus*, *Ruffordiaspora ludbrookiae*, *Pilosisorites* cf. *P. verus*, *Concavissimisporites granulatus* con un único registro, y algunas megásporas). Poco cambio hay en los puntos PBC 6 y 5 y una nueva etapa, netamente de ambiente continental, se inicia en el punto PBC 4 con la aparición de 3 especies (*Ruffordiaspora crassiterminatus*, *Lygodiumsporites* sp. 1 y *Densoisporites perinatus* (Fig. 5B), de presencia única en el sec-



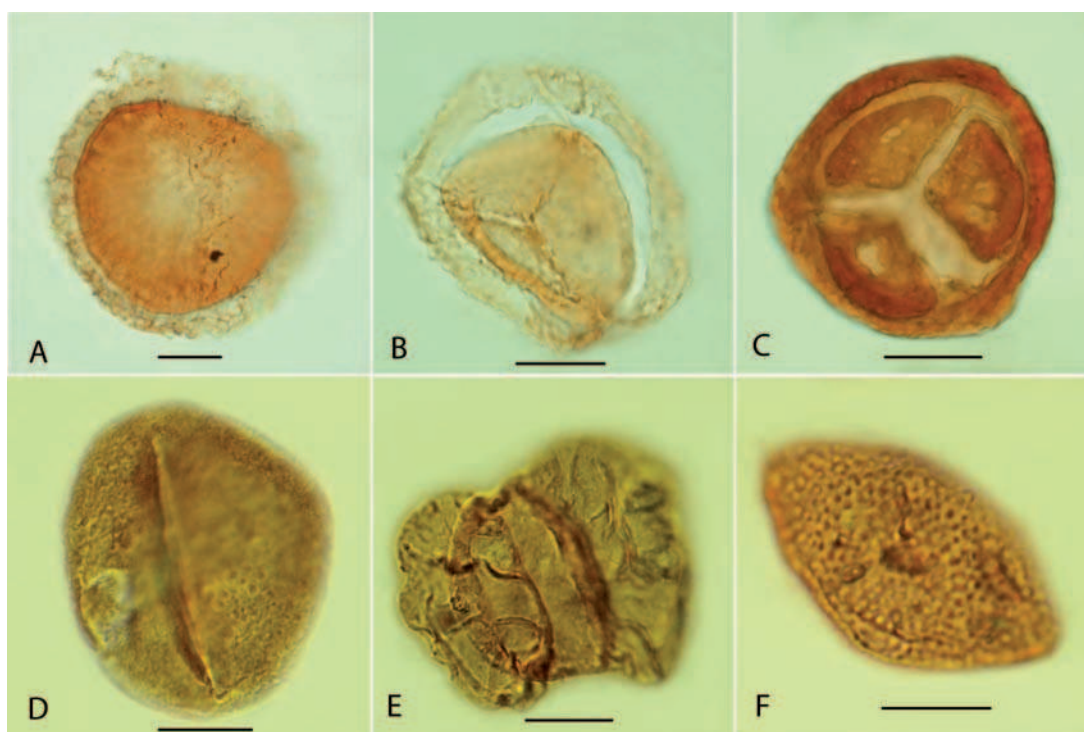


Fig. 6. **A** *Dictyotosporites complex* Cookson & Dettmann (BA PB Pal 6121, V 31); **B** *Lusatisporis* sp. (BA PB Pal 5641, G 35); **C** *Cyatheacidites tectifera* Archangelsky & Gamarro (BA PB Pal 6091, M24/2); **D** *Ginkgocycadophytus* sp. (BA PB Pal 6290, L 48); **E** *Gamberroites* sp. A (BA PB Pal 6289, L 38/3); **F** *Arecipites* sp. (BA PB Pal 6291, Q 34/1). Esc. 10  $\mu$ m

tor A. Finalmente aparecen 4 especies de presencia única: *Plicatella* sp. 2 en el punto PBC 3 y *Appendicisporites unicus*, *Plicatella tripartita* y *Polycingulatisporites* sp. 1 en el punto PBC 1. Esta distribución final sugiere que un nuevo tipo de flora tiende a establecerse en ese sector del continente. Al respecto es importante señalar que inmediatamente por encima del tope de la unidad 9 (que ya contiene palinomorfos con su primera aparición), hay un cambio brusco en la litología que determina el inicio de un ciclo fluvial.

#### EDAD Y CORRELACIONES

##### Edad

No se observa la base del perfil, cubierta por sedimentos cuaternarios. El sector inferior (Sector D) ha sido referido al Miembro Superior de la Fm. Río Mayer, y presenta tres unidades (Fig. 2). La unidad inferior (U1) no ha brindado polen, el que aparece recién en la unidad 2 y base de la unidad 3 (puntos PBC 16-14). En estos niveles se registra la presencia de algunas especies (marcadas en el Apéndice con T, para la Fm. Anfiteatro de Ticó,

y PB para la Fm. Punta del Barco) reconocidas en el Aptiano medio/superior del Grupo Baqueró (Archangelsky, 2003; Limarino *et al.*, 2012), que aflora en la cuenca homónima, limitando por el oeste con la Cuenca Austral. Sin embargo, no es posible asignar esta edad a los niveles basales del perfil Bajo Comisión por cuanto una buena parte de las especies de Baqueró no están presentes en el perfil aquí estudiado. Esta situación también está reflejada por las megásporas (Villar de Seoane & Archangelsky, 2008). Por lo tanto existiría un hiato cronológico entre las asociaciones palinológicas del Grupo Baqueró y del Sector D del perfil Bajo Comisión.

Dataciones isotópicas asignaron una edad aptiana para el Grupo Baqueró que, según las formaciones analizadas, varía entre 119 a 114 Ma (Corbella, 2001, 2006; Césari *et al.*, 2011), o sea que los términos más modernos (Fm. Punta del Barco), estarían próximos al Albiano.

Por otra parte, existen otras evidencias obtenidas de las mismas muestras que estudiamos aquí, las cuales sugieren que la Fm. Kachaiké, en Bajo Comisión, tiene una edad albiana. Los quistes de dinoflagelados que se hallan en los puntos

PBC 13-10 se atribuyen a la zona de intervalo australiana *Muderongia tetracantha* cuya edad mínima es Albiano temprano (Guler & Archangelsky, 2006). En cambio el polen de angiospermas de la parte media/superior del perfil sugiere una edad albiana tardía y quizás cenomaniense temprana en su parte cuspidal (Barreda & Archangelsky, 2006). En el presente estudio hemos confirmado un pico de máxima de las esporas cicatricosas en el sector que abarca las unidades 8 y 9 (Fig. 3), y también primeros registros de algunas especies de los géneros *Appendicisporites* y *Plicatella* en el tope de la unidad 9 y en los puntos PBC 3 y 1 de la unidad 10. En la zonación palinológica de Australia se registran las primeras apariciones de especies de *Appendicisporites* (Helby, Morgan & Partridge, en Montiel, 2006), en la zona *Coptospora paradoxa*, asignada a la base del Albiano tardío (aproximadamente 106 Ma).

Las evidencias aportadas por este perfil indican que la sedimentación de los sectores A-D debió producirse esencialmente durante el Albiano y que en la base existe un breve (?) hiato cronológico que pudo ocupar una parte del Aptiano tardío o del Albiano temprano. Queda por demostrar si el nivel más alto pudo haberse depositado durante la base del Cenomaniense, o bien corresponde íntegramente al Albiano. Cronológicamente el lapso abarcado por el perfil podría ubicarse aproximadamente entre los 110-100 Ma.

### Correlaciones

El perfil tipo de la Fm. Kachaike, localizado en la estancia homónima, unos 30 km hacia el sur (Fig. 1), presenta semejanza en su contenido palinológico con el perfil Bajo Comisión. Gamarro (1982), en un informe inédito, determinó una asociación palinológica recuperada por Rebas (1982), estudiada luego en parte por Baldoni (1987), Baldoni & Batten (1991) y Baldoni *et al.* (2001). Varias especies de megásporas son comunes entre ambas asociaciones, entre ellas *Balmeisporites holodictyus*, *Paxillitriletes kachaiakensis* y *Arcellites santaecrucensis*. De la lista de especies determinadas por Baldoni *et al.*, (2001), son comunes a Bajo Comisión 24 de 36 esporas, y 9 de 9 granos de polen de gimnospermas. Esta asociación fue datada en el Aptiano tardío-Albiano temprano. Con posterioridad, A. Archangelsky & Llorens (2003, 2005, 2009) describieron nuevos taxones de polen y esporas del mismo perfil y agregaron más material, también presente en Bajo Comisión (*Baculatisporites kachaiense*, *Concavissimisporites verrucosus*, *Retitriletes baqueroense*, *Pilosisporites trichopa-*

*pilosus*, *Cyatheidites tectifera*, *Gamarroites volkheimeri*, *Cyclusphaera cf. radiata*, entre otros). La semejanza entre estas asociaciones es evidente, pero aún faltan nuevas determinaciones, especialmente polen de angiospermas, y la distribución estratigráfica por niveles a fin de establecer una correlación definitiva.

El perfil Quebrada El Moro, ubicado unos 10 km al norte de la estancia Kachaike y unos 30 km al sur del Bajo de la Comisión (Pérez Loinaze *et al.*, 2012) contiene una asociación polínica distribuida en 5 niveles que abarcan unos 50 m de espesor. Los 4 niveles inferiores fueron referidos a la Fm. Río Mayer y el superior a la Fm. Kachaike. La mayor parte de las especies reconocidas tiene una amplia distribución estratigráfica y geográfica que permitiría una correlación con la parte basal del perfil Bajo Comisión, también referida a la Fm. Río Mayer. En el nivel Fl5 de El Moro se produce un cambio con la aparición de taxones que generalmente hallamos en el perfil Bajo Comisión. La presencia de algunas angiospermas parece reforzar una posible correlación con los niveles inferiores de Bajo Comisión (unidades 2-3, eventualmente 4), donde ya aparecen más angiospermas, entre ellas los primeros granos tricolpados, *Clavatipollenites* spp., *Pennipollis peroreticulatus* y *Retimonocolpites* sp. Sin embargo, en El Moro faltan otras angiospermas halladas en Bajo Comisión, tales como polen tricotomosulcado, *Arecipites*, *Schrankipollis* spp. y *Spinizonocolpites*. Escasos elementos marinos (hasta un 5%) citados para El Moro, también sugieren una correlación con la Sección C de Bajo Comisión. El nivel Fl5 de El Moro podría quizás tener una edad cercana a la dada para la ingresión marina de Bajo Comisión (Albiano temprano) en base a dinoflagelados (zona *Muderongia tetracantha*, Guler & Archangelsky, 2006).

La Fm. Anfiteatro de Ticó del Grupo Baqueró (Cladera *et al.*, 2002) tiene especies comunes con las halladas en el perfil de Bajo Comisión). Sin embargo, en Ticó hay especies que faltan en Bajo Comisión y, a la inversa, no tiene muchas de las especies que están presentes en el Bajo Comisión. Por otra parte, en Ticó el polen de angiospermas es muy escaso y fue clasificado básicamente en el género *Clavatipollenites*. La Fm. Punta del Barco (tope del Grupo Baqueró) en cambio tiene una mayor variedad de angiospermas agregándose otros tipos (*Asteropollis*, *Retiacolpites*, *Retimonocolpites* y *Monocolpopollenites*), aunque no se halló polen tricolpado (Llorens, 2003). Esta asociación, que también incluye esporas y polen de gimnospermas, es más pobre que la asociación

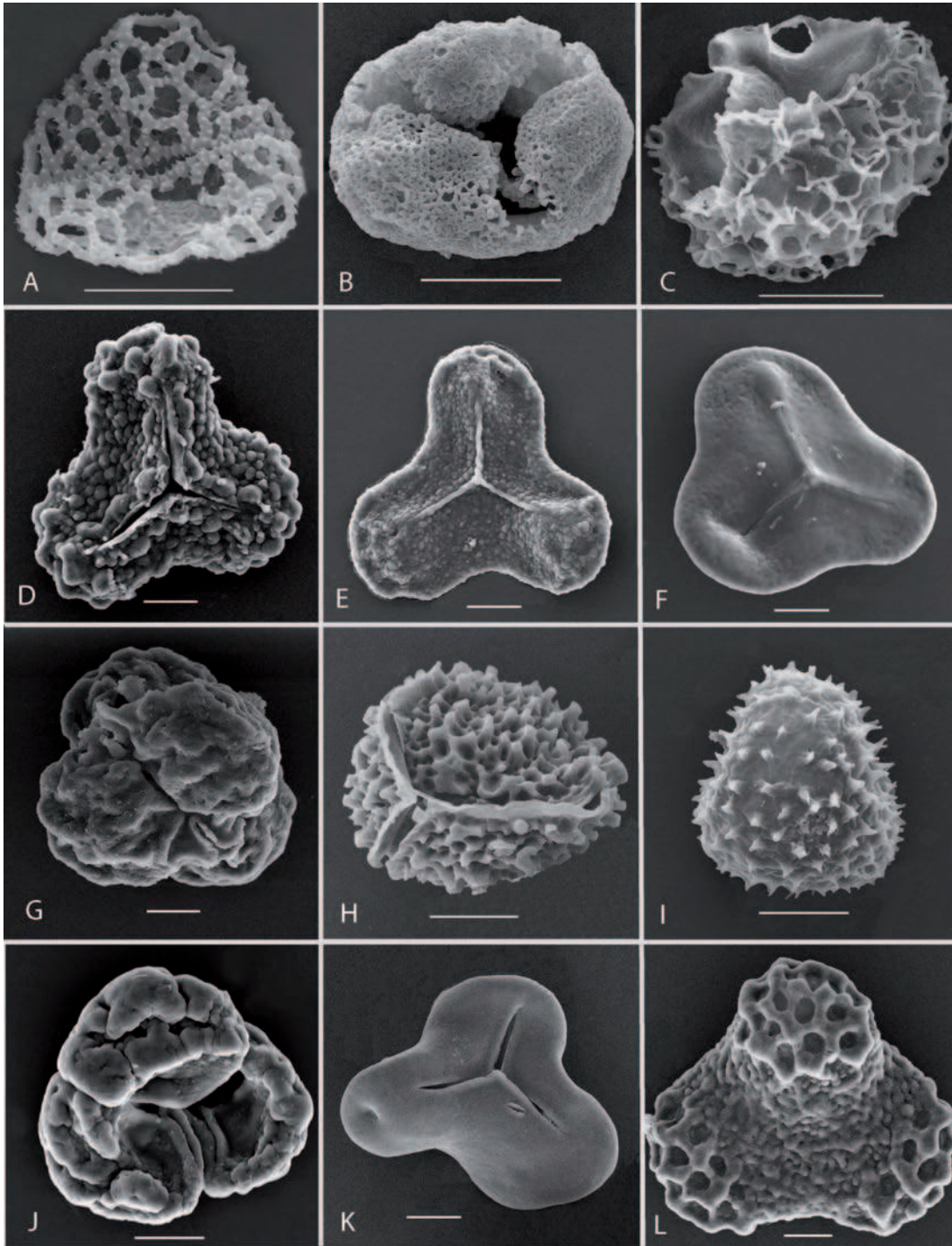


Fig. 7. **A** *Pennipollis peroreticulatus* (Brenner) Friis, Pedersen & Crane (BAPbMEB480); **B** *Polen Tricotomosulcado* (BA PB MEB48); **C** *Retitriletes* cf. *R. eminulus* (Dettmann) S. K. Srivastava (BAPB MEB 324); **D** *Concavissimisporites apiverrucatus* (Couper) Döring (BAPBMEB236); **E** *Trilobosporites* cf. *T. trioreticulosus* Cookson & Dettmann (BAPBMEB340); **F** *Concavissimisporites punctatus* (Delcourt & Sprumont) Pocock (BA PB MEB 331); **G** *Crybelosporites berberioides* Burger, tétrade (BAPBMEB351); **H** *Baculatisporites kachaikensis* A. Archangelsky & Llorens (BA PB MEB 458); **I** *Anacanthotriletes* sp. 1 (BA PB MEB 327); **J** *Leptolepidites macroverrucosus* Schultz, tétrade (BA PB MEB 236); **K** *Cardioangulina* cf. *elongata* Döring (BA PB MEB 475); **L** *Trilobosporites trioreticulosus* Cookson & Dettmann (BA PB MEB 351). Esc. 10  $\mu$ m

de la Fm. Anfiteatro de Ticó en número de especies, probablemente debido a un marcado incremento de actividad volcánica (Llorens, 2000, 2003, 2005, 2008a, 2008b; Limarino *et al.*, 2012). De 63 especies determinadas hasta ahora, solo 10 son comunes con Bajo Comisión. Con estos elementos se puede confirmar que la edad de la misma es más antigua y por lo tanto coincide con la datación isotópica dada por Césari *et al.* (2011) que la ubica en el Aptiano tardío (114 Ma). Se confirmaría también el breve hiato cronológico que separaría la Fm. Punta del Barco de la Fm. Kachaike.

El estudio palinológico de muestras procedentes de varias perforaciones de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF) procedentes de la Cuenca Golfo San Jorge permitió definir cuatro palinozonas, viz. *Contignisporites/Callialasporites/Staplinisporites* la inferior, *Interulobites/Foraminisporis* y *tectifera/corrugatus* las siguientes y *Antulsporites/Clavatipollenites* la superior (Archangelsky *et al.*, 1984). La asociación palinológica de Kachaike es comparable a la zona superior, aunque no se definieron en esa oportunidad granos de polen de angiospermas más avanzadas: solamente *Clavatipollenites* y *Asteropollis*. Sin embargo, se menciona polen monocarpado reticulado y se señala que no se observaron 'con certeza' granos tricarpados (Archangelsky *et al.*, 1984, p. 23). A la sazón se asignó esta zona al Aptiano según la escala geocronológica de esa época. De acuerdo a la escala geocronológica vigente (Gradstein & Ogg, 2004) esta zona corresponde al Albiano.

Kotova (1983) estudió la palinología del Sitio 511 del Deep Sea Drilling Project (DSDP) ubicado en las cercanías de las islas Malvinas en pleno océano Atlántico. Para una columna de 137 m de espesor definió tres asociaciones que abarcan desde el Jurásico Superior (Tithoniano) al Albiano inferior. Un alto número de especies son comunes con las halladas en Bajo Comisión, las que en general, corresponden a taxones con un largo rango estratigráfico. Algunas primeras apariciones en la Asociación II (p. ej. *Muricingulisporis annulatus*, *Sotasporites elegans*, *Cyclusphaera psilata*, *Balmeiopsis limbatus*, *Cicatricosisporites hughe-sii*, *Ruffordiaspora ludbrookiae*, entre otras) sugieren una comparación con la asociación polínica de la Fm. Anfiteatro de Ticó. La aparición de las primeras angiospermas (*Clavatipollenites*), que marca el inicio de la Asociación III de Kotova refuerza esta comparación. En cambio, la ausencia de otras angiospermas en esta asociación permiten descartar una comparación con la palinoflora

de la Fm. Kachaike. Por lo tanto la Asociación III de Kotova requiere más evidencias para ser datada en el Albiano. Sugerimos aquí considerarla, por ahora, como aptiana medio/superior. Por otra parte, las tres asociaciones del Sitio 511 del DSDP presentan valor paleobiogeográfico pues se asemejan a las halladas en la Provincia Paleoflorística Patagónica (Archangelsky, 1996), y corresponden a un definido ámbito gondwánico sudoccidental. También es llamativa su ubicación en pleno océano Atlántico (actual), lo cual sugiere que esa región acumulaba sedimentos tanto de origen marino como continental, y que por ello habría tenido al mismo tiempo vinculación con las costas de América del Sur Austral y África del Sur.

En un contexto gondwánico, la asociación palinológica del perfil Bajo Comisión tiene semejanza con las de África del Sur, con las cuales comparte numerosos taxones que se han referido principalmente al Aptiano y al Albiano (Scott, 1976; Schrank, 2010). También en Antártida se han hallado asociaciones semejantes a la que se estudia aquí (Dettmann & Thomson, 1987), aunque por ahora los trabajos palinológicos son escasos para efectuar comparaciones más precisas.

El estudio de nuevos perfiles de la Cuenca Austral, actualmente en realización, apunta a establecer relaciones de una manera más detallada de las secuencias eocretácicas en épocas de abundante y variada vegetación. Estos resultados confirman una nueva y fructífera línea de investigación habida cuenta de la extensión geográfica de estos depósitos, tanto en superficie como en el subsuelo.

## CONCLUSIONES

Los cambios florísticos en el perfil Bajo Comisión, tal como se desprende del estudio palinoestadístico, sugieren una importante influencia ecológica en el desarrollo de las comunidades vegetales. La ingesión de aguas marinas en el sector inferior de la columna produjo los primeros cambios en la composición de esas asociaciones palinológicas. La influencia se hizo notar de manera paulatina, tanto previamente como luego del retiro de las aguas, pero sin evidenciar cambios florísticos bruscos. La continentalización definitiva ocurrió en la mitad superior del perfil donde se fueron acentuando los cambios paleoflorísticos, aunque siempre de forma progresiva y sin hiatos cronológicos mayores pero con un posible significado bioestratigráfico.

También el efecto de paleoincendios en el sec-

tor superior de la columna ha incidido en ciertos cambios composicionales de las comunidades, acelerándose los mismos entre los niveles 7 y 3. De todas maneras, hay que destacar la presencia de numerosos taxones que están presentes en toda la sección, muchos de ellos reconocidos en edades más antiguas o bien más modernas. Teniendo esto en cuenta se puede sugerir que durante el lapso cronológico abarcado por el perfil no se produjeron cambios sustanciales en los componentes básicos de las comunidades, tanto en las briófitas/pteridófitas como en las gimnospermas, otorgándole al conjunto cierta homogeneidad composicional. En cambio, queda en evidencia la paulatina diversificación de las primitivas angiospermas y su leve aumento porcentual en las comunidades que fueron, muy posiblemente, y en gran medida, hidro-higrófilas.

Los datos palinológicos previos sumados a los aquí presentados permiten sugerir que toda la columna, a partir del nivel inferior, fue depositada durante el Albiano y, en su parte más alta, el leve cambio composicional quizás pueda haberse producido en el Cenomaniano temprano. Se requieren más estudios que permitan confirmar arealmente dicho cambio.

Finalmente, el estudio del perfil Bajo Comisión agrega información que permite actualizar las comparaciones con otros perfiles ya conocidos y, de esta manera, ir construyendo una posible zonación para este sector de la Cuenca Austral. La importancia de estos estudios está dada también por la presencia de hidrocarburos que fueron originados a partir de las acumulaciones de restos orgánicos vegetales en los depósitos sedimentarios del Cretácico Inferior.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Orlando Cárdenas por el procesamiento de las muestras. Hacemos extensivo el mismo a Amalia González por el trabajo gráfico y a Fabian Tricárico por las fotografías con el microscopio electrónico de barrido (MEB). Al Dr. O. Limarino agradecemos su colaboración en los trabajos de campo. Se agradecen también las observaciones de la Dra. Mercedes Prámparo y de un árbitro anónimo que mejoraron esta contribución. El presente trabajo es una contribución al Proyecto BID-CONICET, PICT 433/07 "Características de la sucesión vegetacional eocretácica de Patagonia Austral y sus probables vinculaciones gondwánicas", y PIP 679 "Diversidad florística en el Cretácico Inferior de la Cuenca Austral".

#### BIBLIOGRAFÍA

- Arbe, H.G. 2002. Análisis estratigráfico de la Cuenca Austral. En: M.J.Haller (Ed.). *Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz. Relatorio del 15º Congreso Geológico Argentino*, El Calafate 2002, pp. 103-128.
- Archangelsky, A & M. Llorens. 2003. Palinología de la Formación Kachaike, Cretácico Inferior de la Cuenca Austral, provincia de Santa Cruz. I. Esporas lisas y cinguladas. *Ameghiniana* 40: 71-80.
- Archangelsky, A & M. Llorens. 2005. Idem II. Esporas. *Ameghiniana* 42:311-328.
- Archangelsky, A & M. Llorens. 2009. Palinología de la Formación Kachaike, Cretácico Inferior de la Cuenca Austral, provincia de Santa Cruz. Granos de polen de Gimnospermas. *Ameghiniana* 46: 225-234.
- Archangelsky, S. 1996. The Jurassic and Cretaceous vegetation of the Patagonian Province. En: M.A. Akhmetiev & M.P. Doludenko (Eds.), Memorial Conference dedicated to Vsevolod Andreevich Vakhrameiev. 1996. *Russian Academy of Sciences*, Moscow, pp. 8-9.
- Archangelsky, S. (Ed.). 2003 La Flora Cretácica del Grupo Baqueró, Santa Cruz, Argentina. *Monografías del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 4: i-xiv + CD ROM.
- Archangelsky, S. 2009. Biogeographic implications of Albian Mohria-like spores (Family Anemiaceae) in SW Gondwana (Patagonia). *Review of Palaeobotany and Palynology* 157: 301-308.
- Archangelsky, S. & A. Archangelsky. 2005. *Aequitriradites* Delcourt & Sprumont y *Couperisporites* Pocock, esporas de hepáticas en el Cretácico Temprano de Patagonia, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Cs. Naturales n.s.* 7: 119-138.
- Archangelsky, S. & A. Archangelsky. 2010a. Revisión taxonómica y estratigráfica de esporas cicatricosas del Cretácico Inferior de Patagonia. I. Géneros *Appendicisporites* Weyland & Krieger, *Nodosisporites* Deák y *Plicatella* Maljavkina. *Revista del Museo Argentino de Cs. Naturales n.s.* 12:23-40.
- Archangelsky, S. & A. Archangelsky. 2010b. Id. II. Géneros *Cicatricosisporites* Potonié & Gelletich y *Ruffordiaspora* Dettmann & Clifford. *Revista del Museo Argentino de Cs. Naturales n.s.* 12: 179-201.
- Archangelsky, S., A. Baldoni, J.C. Gamero & J. Seiler. 1984. Palinología estratigráfica del Cretácico de Argentina Austral. III. Distribución de las especies y conclusiones. *Ameghiniana* 21: 15-33.
- Baldoni, A.M. 1987. Dos nuevas especies de megasporas de la Formación Kachaike, Cretácico Inferior de Santa Cruz, Argentina. *Anais do Xº Congresso Brasileiro de Paleontologia*, Rio de Janeiro:669-689.
- Baldoni, A.M. & D.J. Batten. 1991. Megasporas from the Lower Cretaceous Kachaike Formation, Santa Cruz Province, Argentina. *Neues Jahrbuch für Geologie*

- und Paläontologie Abhandlungen 182:377-393.
- Baldoni, A.M. & V.A. Ramos. 1981. Nuevas localidades con plantas fósiles cretácicas de la Cordillera Patagónica, provincia de Santa Cruz, República Argentina. *8º Congreso Geológico Argentino*. Actas 4:743-759. San Luis.
- Baldoni, A.M., R.A. Askin & D. Ragona. 2001. Palynology of the Lower Cretaceous Kachaike Formation, Santa Cruz Province, Argentina. En: D.K. Goodman & R.T. Clarke (Eds.), *Proceedings of the IXº International Palynological Congress*, Houston, Texas, U.S.A. 1996, pp. 191-200.
- Barreda, V. & S. Archangelsky. 2006. The southernmost record of tropical pollen grains in the mid-Cretaceous of Patagonia, Argentina. *Cretaceous Research* 27:778-787.
- Césari, S.N., C.O. Limarino, M. Llorens, M.G. Passalía, V. Pérez Loinaze & E.I. Viera. 2011. High-precision late Aptian U/Pb age for Punta del Barco Formation (Baqueró Group), Santa Cruz Province, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, doi:10.1016/j.jsames.2011.03.012. pp. 1-6.
- Cladera, G., R. Andreis, S. Archangelsky & R. Cúneo. 2002. Estratigrafía del Grupo Baqueró, Patagonia (provincia de Santa Cruz, Argentina). *Ameghiniana* 39: 3-20.
- Corbella, H. 2001. Tuffs of the Baqueró Group and the Mid-Cretaceous frame, extraandean Patagonia, Argentina. *11º Congreso Latinoamericano de Geología y 3º Congreso Uruguayo de Geología* (Montevideo) 190-6pp (en CD).
- Corbella, H. 2006. Nuevas determinaciones de edad absoluta para el Grupo Baqueró, Macizo del Deseado, Patagonia Extraandina. *15º Congreso Geológico Argentino* (El Calafate) (CD ROM).
- Dettmann, M.E. & M.R.A. Thomson. 1987. Cretaceous palynomorphs from the James Ross Island area, Antarctica- A pilot study. *British Antarctic Survey, Bulletin* 77: 13-59.
- Fensome, R.A. 1987. Taxonomy and biostratigraphy of schizaealean spores from the Jurassic-Cretaceous boundary beds of the Aklavik Rande, District of Mackenzie. *Palaeontographica Canadiana* 4:1-49.
- Gamero, J.C. 1982. Informe palinológico sobre 10 muestras de superficie del perfil Arroyo Caballo Muerto, Santa Cruz. *Yacimientos Petrolíferos Fiscales* (inédito), Buenos Aires.
- Gamero, 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. 2004. Geological Time Scale - why, how, and where next! *Lethaia* 37: 175-181.
- Guler, V. & S. Archangelsky. 2006. Albian dinoflagellate cysts from The Kachaike Formation, Austral Basin, Southwest Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, n.s.* 8: 179-184.
- Halle, T.H. 1913. Some Mesozoic plant-bearing deposits in Patagonia and Tierra del Fuego and their floras. *Kungliga Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar* 51: 1-58.
- Hatcher, J.B., 1897. On the geology of Southern Patagonia. *American Journal of Science* 4:327-254.
- Kotova, I.Z. 1983. Palynological study of Upper Jurassic and Lower Cretaceous sediments, Site 511, Deep Sea Drilling Project Leg 71 (Falkland Plateau). *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project Leg LXXI* (2):879-906.
- Limarino, C.O., M.G. Passalía, M. Llorens, E.I. Vera, V.S. Pérez Loinaze & S.N. Césari. 2012. Depositional environments and vegetation of Aptian sequences affected by volcanism in Patagonia. *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.* 323-325: 22-41.
- Llorens, M. 2000. Estudio palinológico de la Formación Punta del Barco (Grupo Baqueró) Cretácico Inferior, provincia de Santa Cruz. *11º Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología* (Tucumán), Resúmenes p. 56.
- Llorens, M. 2003. Granos de polen de angiospermas de la Formación Punta del Barco (Aptiano), provincia de Santa Cruz, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, n.s.* 5: 235-240.
- Llorens, M. 2005. Palinología de la Formación Punta del Barco, Cretácico Inferior de Santa Cruz. Tesis Doctoral, *Universidad Nacional de La Plata* (inédito).
- Llorens, M. 2008a. Estudio palinológico de la Formación Punta del Barco, Cretácico Inferior (Aptiano) de la provincia de Santa Cruz, Argentina: Descripciones sistemáticas I: esporas monoletes y triletes lisas y cinguladas. *Ameghiniana* 45: 153.166.
- Llorens, M. 2008b. Idem II: esporas triletes apiculadas, murornadas, tricasadas y perinadas. Implicancias paleoecológicas. *Ameghiniana* 45:273-288.
- Longobucco, M.I., C.L. Azcuy & B. Aguirre Urreta. 1985. Plantas de La Formación Kachaike, Cretácico de la provincia de Santa Cruz. *Ameghiniana* 21: 305-315.
- Montiel, E. (Coordinador). 2006. Australian Mesozoic and Cenozoic Palynological zonation - updated to the 2004 Geological Time Scale. Geoscience Australia record number 2006/23, *GEOCAT* 64962.
- Nullo, F.E., J.L. Panza & G. Blasco. 1999. El Cretácico y Jurásico de la Cuenca Austral. En: R. Caminos (Ed.). *Geología Argentina. Subsecretaría de Minería de la Nación*, Buenos Aires, pp. 528-535.
- Passalía, M.G. 2007a. A mid-Cretaceous flora from Kachaike Formation, Patagonia, Argentina. *Cretaceous Research* 28: 830-840.
- Passalía, M.G. 2007b. Nuevos registros para la flora cretácica descrita por Halle (1913) en el Lago San Martín, Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana* 44:565-595.
- Passalía, M.G. 2009. Cretaceous pCO<sub>2</sub> estimation from stomatal frequency analyses of gymnosperm leaves from Patagonia, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 273: 17-24.
- Pérez Loinaze, V.S., S. Archangelsky & G. Cladera. 2012. Palynostratigraphic study of the Early Cretaceous Río Mayer and Kachaike formations at the Quebrada El Moro Section, Austral Basin, southwestern Argentina. *Cretaceous Research* 34:

- 161-171.
- Rebasa, M. 1982. *Análisis estratigráfico y paleoambiental de la Formación Kachaiké, aflorante en la barranca epónima, provincia de Santa Cruz*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 60 pp. (inérito).
- Riccardi, A.C. 1971. Estratigrafía en el oriente de la Bahía de la Lancha, lago San Martín, Santa Cruz, Argentina. *Revista del Museo de La Plata, Geología* 61: 245-318.
- Schrank, E. 2010. Pollen and spores from the Tendaguru Beds, Upper Jurassic and Lower Cretaceous of southeast Tanzania: palynostratigraphical and paleoecological implications. *Palynology* 34: 3-42.
- Scott, L. 1976. Palynology of Lower Cretaceous deposits from the Algoa Basin (Republic of South Africa). *Pollen et Spores* 18: 563-609.
- Villar de Seoane, L. & S. Archangelsky. 2008. Taxonomy and biostratigraphy of Cretaceous megaspores from Patagonia, Argentina. *Cretaceous Research* 29:354-372.

Recibido:12-III-2012

Aceptado: 3-VI-2012

## APÉNDICE

Lista de las especies determinadas siguiendo un orden taxonómico de los grandes grupos vegetales. Los números entre paréntesis al final de cada taxón corresponden a los niveles donde éste fue hallado. La letra T señala la presencia de este taxón en la Fm. Anfiteatro de Ticó, y la letra B en la Fm. Punta del Barco (ambas forman parte del Grupo Baqueró).

### Algas

*Schizosporis reticulatus* Cookson & Dettmann 1955 (1,4,6,9) T

### Bryophyta/Pteridophyta

*Aequitriradites baculatus* Döring 1964 (1) T

*A. spinulosus* (Cookson & Dettmann 1958) Cookson & Dettmann 1961 (1,3,4,6,7,9,13) T

*A. superspinulosus* Archangelsky & Archangelsky 2005 (1,3,6,7,9)

*A. verrucosus* (Cookson & Dettmann 1958) Cookson & Dettmann 1961 (1,3,6,7) T

*A. sp.1* (3,11)

*A. sp.2* (3)

*Anacanthotriletes* sp. (4,6,7,9,10)

*Anacanthotriletes* sp. 1 (Fig. 7I) (2,3,8,9,10,11,12,13,15,16)

*Antulsporites baculatus* Archangelsky & Gamero 1966 (1,4,5,15,16) T

*Arcellites humilis* Villar de Seoane & Archangelsky 2008 (6,7,8,9)

*A. pentagonalis* Villar de Seoane & Archangelsky 2008 (4,8)

*A. santaecrucensis* Baldoni 1987 (1,6,7,8)

*Auritulina* sp. (1,3,5,6,9,16)

*Appendicisporites* cf. *A. unicus* (Markova 1961) Singh 1964 (1)

*A. potomacensis* Brenner 1963 (1,2,4,6,9,15,16)

*A. sp.1* (en Archangelsky & Archangelsky 2010) (1,15)

*Baculatisporites comaumensis* (Cookson 1953) Potonié 1956 (10,15) T

*B. kachaikensis* Archangelsky & Llorens 2005 (Fig. 7H) (3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,16)

*Bacutriteles guttula* Archangelsky & Villar de Seoane 1991 (1,3,7) T

*Balmeisporites holodictyus* Cookson & Dettmann 1958 (1,5,6,7)

*Biretisporites* cf. *B. potoniei* Delcourt & Sprumont 1955 (Fig. 5C) (2,3,4,6,7,8,9,10,11,13,15) B

*B. sp.* (1,4,10)

*Cardioangulina elongata* Döring 1965 (Fig. 7K) (4,6,9)

*Ceratosporites equalis* Cookson & Dettmann 1958 (4,5,7,9,10,11,12,14,15,16) T, B(?)

*Cibotioidites* sp. (11,12,15) T

*Cicatricosisporites annulatus* Archangelsky & Gamero 1965 (7,15,16) T

*C. hughesii* Dettmann 1963 (4,16) T

*C. cuneiformis* Pocock 1964

(1,3,4,6,7,10,11,12,13,14)

*C. cf. C. hallei* Delcourt & Sprumont 1955 (1,3,4,6,7,14,15,16)

*C. venustus* Déak 1963 (1,3,7)

*C. pramparoana* Archangelsky & Archangelsky 2010 (3,4,6,7,10,14,15)

*C. minutaestriatus* (Bolkhovitina 1961) Pocock 1964 (3,4,6,7)

*C. sp.2* (Archangelsky & Archangelsky 2010) (3,4,7,9,11,12,14,15,16)

*C. sp.* (1,4,6,7,11,15,16)

*Cingutriteles clavus* (Balme 1957) Dettmann 1963 (6,10)

- Concavissimisorites apiverrucatus* (Fig. 7D) (Couper 1958) Döring 1965 (6,7,9,12,13,15,16) T
- C. crassatus* (Fig. 5G) (Delcourt & Sprumont 1955) Delcourt *et al.* 1963 (3,6,7,9)
- C. granulosus* (Tralau 1968) Fensome 1987 (7)
- C. punctatus* (Delcourt & Sprumont 1955) Pocock 1964 (Figs. 5A y 7F) (7,9,14,15,16) B(?)
- Contignisorites glebulentus* Dettmann 1963 (3,4,12) T
- Couperisorites lilianae* Archangelsky & Archangelsky 2005 (16)
- Crybelosporites berberioides* Burger 1976 (Fig. 7G) (3,6,7,9)
- C. punctatus* Dettmann 1963 (4,6,7,9)
- C. striatus* (Cookson & Dettmann 1958) Dettmann 1963 (9,15)
- Cyatheacidites tectifera* Archangelsky & Gamarro 1965 (Fig. 6C) (1,3,6,7,9,10,11,14,15,16) T
- C. sp. 1* (9,14)
- Cyathidites australis* Couper 1953 (1,2,3,4,6,7,9,10,11,12,13,15,16) T
- C. patagonicus* Archangelsky 1972 (1,4,6,7,9,10,15,16) B
- C. punctatus* (Delcourt & Sprumont 1955) Delcourt *et al.* 1963 (12)
- Densoisorites perinatus* (Couper 1958) Brenner 1963 (Fig. 5B) (4)
- D. velatus* Weyland & Krieger 1953 emend. Krasnova 1961 (1,6,7,9,11,14,15,16) T, B
- D. corrugatus* Archangelsky & Gamarro 1965 (1,3,5,6,7,9,10,14,15,16) T, B
- Dictyotosporites complex* (Fig. 6A) Cookson & Dettmann 1958 (3,4,5,6,9,10,11,12,13,14,16)
- Equisetosporites sp. 1* (Fig. 5K), (1,7)
- Erlansonisorites verrucatus* Villar de Seoane & Archangelsky 2008 (8)
- Foraminisporis asymmetricus* (Cookson & Dettmann 1958) Dettmann 1963 (1,6,7,8,9,11,13,16) T
- F. dailyi* Cookson & Dettmann 1958) Dettmann 1963 (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,15,16) T, B
- F. wonthaggiensis* (Cookson & Dettmann 1958) Dettmann 1963 (1,3,5,6,7,9) T
- Foveosporites foveoreticulatus* Döring 1965 (Fig. 5F) (4,6,7,10,14,15,16)
- F. sp. 1* (4,5,7,8,10,11,12,13,15,16)
- F. sp. 2* (8,15)
- Gleicheniidites senonicus* Ross (1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16) T, B
- Gleicheniidites sp. A* (3,4,5,6,8,9,11,15)
- G. sp. B* (9,15)
- G. sp. C* (9,11,15)
- Granulatisporites* spp. (4,7,8,10,11,15,16)
- Leptolepidites macroverrucosus* Schultz 1967 (Fig. 7J) (6,10,11,12,13,14,15)
- Lygodiumsporites sp. 1* (1,2,4)
- Lusatisporis sp. 1* (5,6,7,9,15)
- L. sp. 2* (Fig. 6B) (12)
- Matonisorites sp.* (4,7)
- Minerisorites aequatus* Villar de Seoane & Archangelsky 2008 (1,7,8,9)
- M. laceratus* Archangelsky & Villar de Seoane 1990 (1,4,7,8) T
- Muricingulisporis annulatus* Archangelsky & Gamarro 1966 (3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16) T
- Neoraistrickia truncatus* (Fig. 5E) (Cookson 1953) Potonié 1956 (6,7,8,11,15,16)
- Neoraistrickia sp. 1* (7,9,10,12,15)
- Nodosisorites sp.* (15)
- Ornamentifera* spp. (5,9,10,11,13,14,15,16) T, B
- Osmundacidites wellmannii* Couper 1953 (4,6,10,12,16) T
- Palaeomohria patagonica* Archangelsky 2010 (1,3,4,7,8)
- Patera sp.* (Fig. 5H) (1,7)
- Paxillitriteles kachaikense* Baldoni 1987 (6,7,8)
- P. menendezii* Baldoni & Taylor 1985 (1,7)
- Pilosisorites cf. verus* Delcourt & Sprumont 1955 (7)
- P. cf. P. trichopapillosus* Delcourt & Sprumont 1955 (11,12,13)
- Plicatella baqueroensis* (Archangelsky & Gamarro 1966) Davies 1985 (10) T
- P. pseudotripartita* (Bolikhovitina 1961) Archangelsky & Archangelsky 2010 (1)
- P. sp. 2* (en Archangelsky & Archangelsky 2010 (3))
- Polycingulatisporites sp. 1* (1)
- Reticulatisporites arcuatus* Brenner 1963 (7,8,9,10,15,16)
- Retitriteles austroclavatidites* (Cookson 1953) Döring *et al.* 1963 (3,4,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15,16) T
- R. cf. R. eminulus* (Dettmann 1963) S. K. Srivastava 1975 (Fig. 7C) (4,6,9,10,14,15) T
- Ruffordiaspora australiensis* (Cookson 1953) Dettmann & Clifford 1992 (1,4,7,8,9,15,16) T
- R. cardielensis* Archangelsky & Archangelsky 2010 (1,3,4,6,7,8,9,11,13,14,15)
- R. crassiterminatus* (Hedlund 1966) Archangelsky & Archangelsky 2010 (3,4)
- R. ludbrookiae* (Dettmann 1963) Dettmann & Clifford 1992 (1,4,7)
- R. ticoensis* (Archangelsky & Gamarro 1966) Archangelsky *et al.* 2008 (1,4,9) T
- Sotasporites elegans* Archangelsky &



- Archangelsky 2006 (3,4,6,7,9,10,15) T  
*S. triangularis* Archangelsky & Archangelsky 2006 (4)  
*S. sp. A* (en Archangelsky & Archangelsky 2006) (9,11,16)  
*Staplinisporites caminus* (Balme 1957) Pocock 1962 (4,6,10,14,15,16) T, B  
*Striatriletes areolatus* Villar de Seoane & Archangelsky 2008 (7,8)  
*Taurocusporites segmentatus* Stover 1962 (1,2,3,4,5,6,7,15) T  
*T. sp. 1* (Fig. 5I) (1,3,6)  
*T. sp. 2* (4,15)  
*T. sp. 3* (1,4,8)  
*T. sp. 4* (5,11)  
*Tenellisporites coronatus* Baldoni & Batten 1991 (6,7,8)  
*Trileites cf. T. murrayi* (Harris 1961) Marcinkiewicz 1971 (4,8)  
*Trilobosporites trioreticulosus* Cookson & Dettmann 1958 (Fig. 7L y 7E) (6,7,8,9,10,15,16)  
*T. sp. 1* (6,7) T  
*Triporoletes reticulatus* (Pocock 1962) Playford 1971 (4,5,7) T  
*Tuberculatosporites sp. A* (en Archangelsky & Villar de Seoane 1998) (8,10,14,15) T
- Gymnospermae**
- Araucariacites australis* Cookson 1947 (3,4,5,7,8,9,10,11,12,14,15) T, B  
*Araucariacites sp. 1* (10,12)  
*Balmeiopsis limbatus* (Balme 1957) Archangelsky 1971 (3,4,5,7,8,10,11,12,13,14,15,16) T, B  
*Callialasporites* spp. (1,4,5,7,8,10,11,12,14,15,16) T  
*C. sp. 1* (Fig. 5L) (3,4,6,8,10,11,12)  
*C. sp. 2* (6,11)  
*Classopollis* spp. (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16) T, B  
*Cycadopites* spp. (4,10,12,13,15) T, B  
*Cyclusphaera psilata* Volkheimer & Sepúlveda 1976 (1,2,3,4,5,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16) T, B  
*C. radiata* Archangelsky, en Archangelsky et al. 1983 (3,4,15,16) T  
*C. sp.* (3,4,6,8,12,16) T  
*Gameroites volkheimeri* Archangelsky 1988 (1,5,6,8,11) T  
*G. sp. A* (Fig. 6E) (5,6,10,13)  
*Ginkgocycadophytus* sp. (Fig. 6D) (4,5,6,8,10,11,12,15)  
*Microcachrydites* spp. (1,3,5,6,8,9,15) T, B  
*Monosaccites* sp. (Fig. 5J) (7,8,9,10,11) T  
*Monosulcites* sp. 1 (4,12) T  
*Podocarpidites ellipticus* Cookson 1947 (5,6,7,8,9,10,11,14,15,16) T, B  
*P. futa* Archangelsky & Villar de Seoane 2005 (5) T  
*P. marwickii* Couper 1953 (1,5,6,7,8,9,10,11,14,15,16) T  
*P. parviauriculata* Archangelsky & Villar de Seoane 2005 (5,6,7,8,9,14) T  
*P. vestitus* Archangelsky & Villar de Seoane 2005 (1,8,9,14) T  
*Trichotomosulcites microsaccatus* (Couper 1953) Schrank 2010 (1,4,15) T, B  
1Colpado sp. 1 (4)
- Angiospermae**
- Arecipites* sp. (Fig. 6F) (4,5,8,10,11,12,13,14,15) T  
*Brenneripollis* sp. (1,6,9,10,14)  
*Clavatipollenites* spp. (1,2,3,4,5,6,9,10,11,12,14,15,16) T, B  
*Palmidites* ? sp. (1)  
*Pennipollis peroreticulatus* (Fig. 7A) (Brenner 1963) Friis, Pedersen & Crane 2000 (1,3,4,5,6,8,9,10,11,12,14)  
*Retimonocolpites* spp. (5,6,11,15) B  
?Proxapertites sp. (14,15)  
*Schrankipollis kachaikensis* Barreda & Archangelsky 2006 (1,5,6,7,8,9,10,11,12)  
*Spinizonocolpites* sp. (14)  
Tricotomosulcado sp. (Fig. 7B) (1,9,12,13,15)  
*Walkeripollis* sp. (10)  
3Colpado spp. (1,7,9,10,11,12,14)  
3Colporoide sp. (10)
- INCERTAE SEDIS  
*Cretacaeiporites* sp.1 (1,5)

