

El mundo de las plantas en los últimos 130 millones de años: el Museo y sus investigadores como propulsores del conocimiento

Viviana D. BARREDA

Sección Paleopalinología, División Paleobotánica, Museo Argentino de Ciencias Naturales, Av. Ángel Gallardo 470, 1405 Buenos Aires, Argentina

Abstract: The world of plants in the last 130 million years: The Museum and its researchers as propellants of knowledge. The magnificence and diversity of the extant flora, with plants adapted to almost all environments and latitudes throughout the world have originated, and originate, innumerable questions to all who study its fossil record. This Museum and its researchers have played a leading role in answering many of these questions almost from the very beginning. In early stages of the Museum the fossil plant record was highlighted by Hermann Burmeister and Florentino Ameghino, among others. After 1951, with the formation of the Paleobotany Division, the discipline began to have a significant rise in the Museum with growing and progressive incorporation of researchers, increase of scientific collections and the transfer of knowledge through scientific meetings and publications in renowned national and international journals. In this context, it is worth noting the task conducted by Dr. Alberto Castellanos and the first Heads of the Paleobotany Division: Drs. Carlos Menéndez (1951-1975), Wolfgang Volkheimer (1975-1987) and Sergio Archangelsky (1987-2006) who laid the foundations that would position the Museum as one of the most important centers in Argentina on the study of Paleobotany.

Key words: Paleobotany, Argentina, MACN bicentenary, researchers, plant evolution.

Resumen: La magnificencia y diversidad de la flora actual, con plantas adaptadas a prácticamente todos los ambientes y latitudes a través del mundo ha generado y genera innumerables cuestionamientos y preguntas a todos aquellos que nos dedicamos a estudiar su registro fósil. Este Museo, y sus investigadores, han tenido y tienen un rol protagónico en responder muchos de estos interrogantes casi desde los inicios de su fundación. En las primeras etapas se destacan las referencias sobre restos de plantas realizadas entre otros, por Hermann Burmeister y Florentino Ameghino. A partir de 1951, con la formación de la División Paleobotánica, la disciplina comenzó a tener un fuerte auge en el Museo con incorporación creciente y progresiva de investigadores, acrecentamiento de las colecciones científicas y transferencia de los conocimientos adquiridos a través de reuniones científicas y de publicaciones en reconocidas Revistas de carácter nacional e internacional. En este contexto, merece destacarse la tarea realizada por el Dr. Alberto Castellanos y los primeros Jefes de la División Paleobotánica: Dres. Carlos Menéndez (1951-1975), Wolfgang Volkheimer (1975-1987) y Sergio Archangelsky (1987-2006) quienes sentaron las bases que permitirían posicionar al Museo como uno de los centros de estudio en paleobotánica más importantes del país.

Palabras clave: Paleobotánica, Argentina, bicentenario MACN, investigadores, evolución de las plantas.

INTRODUCCIÓN

El estudio de las floras del pasado, su diversidad y evolución a través del tiempo es el tema central de la investigación paleobotánica, ya sea a través del análisis de impresiones de hojas, frondes, flores, frutos o semillas, leños permineralizados, o también el estudio de componentes microscópicos como los granos de polen, esporas, y algas. Resulta interesante tener en cuenta la importancia de las plantas como principal fuente de alimento del reino animal y como proveedor

de los hábitats donde se desarrollan, características estas que han ido cambiando a través del tiempo. Muchos grupos de plantas se extinguieron mientras que otros se originaron y diversificaron planteando numerosos interrogantes a todos los que nos dedicamos al estudio de las floras del pasado. Preguntas frecuentes como ¿Cuáles fueron los principales forzantes que modelaron sus cambios y evolución? ¿Cuándo, y en qué ambientes, se originaron algunos grupos de plantas, como por ejemplo las plantas con flor? ¿Cómo y por qué algunos grupos sobre-



Fig. 1. A. Alberto Castellanos (1896-1968), B. Carlos Alberto Menéndez (1921-1976), C. María Bonetti (año 1970).

BREVE RESEÑA HISTÓRICA



Fig. 2. Foto de campo en la provincia de Formosa, fila del fondo, 4to lugar (de izquierda a derecha) Sergio Archangelsky, 7mo. lugar Alberto Castellanos (año 1951).

vivieron a los eventos de crisis, especialmente aquellos de carácter global, mientras que otros grupos se extinguieron? han desvelado a más de un especialista en la materia. Contestar estos interrogantes es siempre difícil, en gran parte debido a la naturaleza fragmentaria del registro fósil, y también por el hecho de asumir que una especie fósil tiene un hábito, tipo de desarrollo y preferencias climáticas, similares a las de sus parientes actuales más cercanos, hecho que no siempre es tan lineal.

En las próximas líneas, luego de una breve reseña histórica sobre el desarrollo de la Paleobotánica en el Museo, voy a esbozar algunas de las respuestas que comenzaron a obtenerse, en parte, por contribuciones realizadas por investigadores de esta casa que permitieron tener un conocimiento más acabado sobre la composición y estructura de las paleofloras australes y su evolución.

El desarrollo de la paleobotánica en el Museo tiene una historia relativamente moderna si se la compara con la de otras ramas de la paleontología. Si bien es cierto que durante el siglo XIX se hicieron referencias sobre hallazgos de plantas fósiles por parte de algunos directores del Museo como Hermann Burmeister (1862-1892), Carlos Berg (1892-1902), o incluso Florentino Ameghino (1902-1911), tal como señala Ottone (2005, 2011) en sus interesantes contribuciones sobre el desarrollo de la paleobotánica en Argentina durante el siglo XIX, estas menciones eran indirectas o se referían básicamente a hallazgos realizados por otros naturalistas, ya que la paleobotánica no era la temática central de trabajo de ninguno de estos investigadores.

La Colección Nacional de Paleobotánica del MACN tuvo sus orígenes por el año 1930 en la División Botánica, donde trabajaba el Dr. Alberto Castellanos, y allí comenzaron a depositarse las plantas fósiles colectadas en numerosos viajes de campo por naturalistas como E. Feruglio, A. Windhausen, A. Piátnitzky, C. De Ferraris, J. Ruiz Guiñazú, H. Harrington y el mismo A. Castellanos (Figs. 1A, 2). El Dr. Castellanos (1896-1968) reconocido especialista en el estudio de la familia de los cactus (Cactaceae), tanto desde su trabajo en el Museo como desde la cátedra de botánica de la Universidad de Buenos Aires, impulsó el desarrollo de la Paleobotánica en el país, dirigiendo las primeras tesis doctorales en la especialidad, y él, junto con sus discípulos (Pedro Stipanovic, Carlos Menéndez, María Bonetti, Sergio Archangelsky) fueron los principales responsables del florecimiento de la paleobotánica



Fig. 3. A. Wolfgang Volkheimer, B. Sergio Archangelsky, C. Carlos Martínez Macchiavello (1931-2007).

en Argentina durante el siglo XX (Archangelsky, 1967a, 1970, 2005; Stipanivic, 1971; Stipanivic & Cuerda, 2004; Ottone, 2005, 2011).

A partir del año 1951 debido a la gran cantidad de plantas fósiles acumuladas en la División Botánica, y por iniciativa del entonces Jefe de esa División, Dr. Román A. Pérez Moreau, se estableció la División Paleobotánica. El primer Jefe de División fue el Dr. Carlos Menéndez (Fig. 1B) quién tuvo a su cargo el ordenamiento y acrecentamiento de la colección, tanto por piezas colectadas por el mismo como por otros naturalistas como E. Bachman, J.C. Turner, M.A. Turic, C. Di Persia, O. Braccacini, A. Pozzo, P.N. Stipanivic y M. Bonetti. La División Paleobotánica hoy lleva el nombre del Dr. Carlos Menéndez en homenaje a la ardua tarea que realizó, y desde su fundación la paleobotánica comenzó a tener un desarrollo progresivo y sostenido dentro del Museo. El Dr. Menéndez (1921-1976) realizó estudios en los más variados temas de la paleobotánica y la palinología, abarcando distintos períodos geológicos desde el Carbonífero al Cenozoico y en este contexto fue uno de los primeros en analizar la evolución de las floras de Argentina en los últimos 65 millones de años y vincular sus cambios con los del paleo-clima, así como la expansión de las comunidades abiertas en la Patagonia extrandina con el ascenso andino (Menéndez, 1971).

En estas primeras etapas de formación de la División Paleobotánica merece destacarse la labor realizada por la Dra. María Bonetti (Fig. 1C), quién junto con el Dr. Pedro Stipanivic dieron los primeros pasos para un mejor entendimiento de las floras del Triásico de Argentina (Stipanivic & Bonetti, 1965; Bonetti, 1972). También se destaca la participación en el Museo del Dr. Oscar González Amicón.

Entre los años 1975 y 1987 el Dr. Wolfgang Volkheimer (Fig. 3A) estuvo a cargo de la División

Paleobotánica, incrementando la colección de leopalinología, y entre 1994 y 1996 fue director del MACN. Sus trabajos contribuyeron de manera sustancial al conocimiento palinológico del Jurásico y Cretácico de la Cuenca Neuquina, una de las principales cuencas petrolíferas del país (Volkheimer, 1971; Volkheimer & Moroni, 1981). Además de su importante producción científica no puede dejar de destacarse su generosidad para compartir sus hallazgos, ideas y prestar su colaboración a todo aquel interesado en la disciplina.

En el año 1987 y hasta 2006, se hace cargo de la División Paleobotánica el Dr. Sergio Archangelsky (Figs. 2, 3B, 4A), quien ha realizado trabajos en distintas ramas de la especialidad y sentó las bases del conocimiento paleobotánico y palinológicos de las floras del Paleozoico, Triásico, Cretácico y Paleógeno de Argentina (Archangelsky & Gamero, 1981; Archangelsky, 1967b, 1973, 1987). Fue pionero en el uso de técnicas modernas como lo fueron en su momento la microscopía electrónica de barrido y la microscopía electrónica de transmisión sobre material fósil; el estudio de materia orgánica sedimentaria para determinar la capacidad de generadora de hidrocarburos de las rocas portadoras; el análisis de la densidad de estomática de las cutículas de hojas fósiles para determinar las concentraciones de CO₂ en la atmósfera, solo por citar algunos de los temas que abordó, o instó a abordar a sus discípulos y colaboradores. Muchos de los investigadores que hoy trabajamos en esta casa tuvimos una gran influencia de sus conocimientos en nuestra formación profesional.

El Dr. Carlos Martínez Macchiavello (Fig. 3C) se abocó al estudio de diatomeas fósiles, siendo unos de los primeros investigadores en desarrollar la especialidad en Argentina. Entre sus muchas contribuciones puede destacarse el catálogo



Fig. 4. A. Sergio Archangelsky en una finca en los alrededores de Colonia Sarmiento, provincia del Chubut (año 1969), B. Edgardo J. Romero, foto de campo en el Bosque de Jaramillo, provincia de Santa Cruz (año 1982).

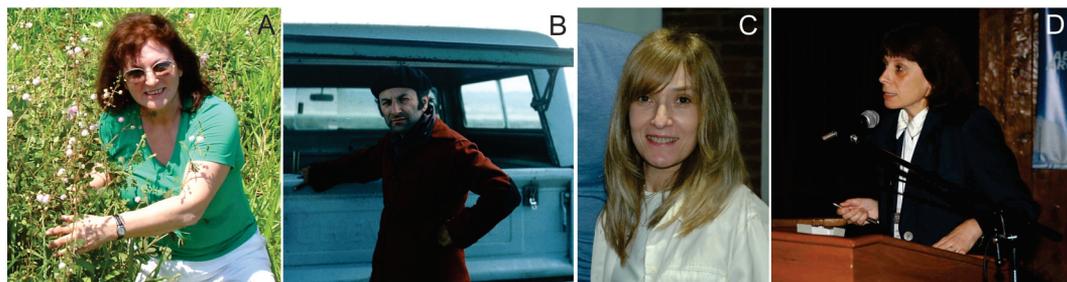


Fig. 5. A. Marta A. Caccavari (1943-2009), B. Edgardo J. Romero, C. Georgina del Fueyo, D. Liliana Villar de Seoane.

sobre diatomeas fósiles de Antártida (Martínez Macchiavello, 1980).

La Dra. Marta Caccavari (Fig. 5A), Jefa de la Sección Actuopalinología (1978-2009), se especializó en el estudio de los granos de polen actuales de la familia del algarrobo, las leguminosas o fabáceas, ampliamente distribuidas en territorio argentino, en particular, en el norte de nuestro país. El detallado conocimiento que logró del grupo le permitió extrapolarlo al registro fósil reconociendo representantes de esta familia en regiones geográficas donde actualmente están extintos. Un ejemplo muy interesante fue el hallazgo de políades de *Acacia* en el registro fósil de Patagonia de especies que hoy sólo se desarrollan en Australia (Caccavari & Guler, 2006), contribuyendo así a apoyar los vínculos que existieron en el pasado geológico entre estas dos grandes masas continentales.

En estas etapas cabe mencionar la colaboración de la Sra. Hera Artemisia Floris y de la Lic. Elizabeth Domé.

En las siguientes generaciones de paleobotánicos hay una nutrida cantidad de prestigiosos especialistas que han pasado por el Museo, algunos de ellos actualmente desarrollan sus tareas en otras instituciones del país como los Dres. Mirta Quattrocchio (Universidad Nacional de Sur, Bahía Blanca), Mercedes Prámparo y Ana María Zavattieri (IANIGLA, Mendoza), Nestor R. Cúneo (Museo Paleontológico Egidio Feruglio, Trelew), Mauro G. Passalía (INIBIOMA, San Carlos de Bariloche), Magdalena Llorens (CNEA Regional Patagonia, Trelew); también Oscar Papú (Mendoza) y Juan C. Vega (Rosario). Otros, en cambio, continúan trabajando en esta casa como las Dras. Georgina del Fueyo y Liliana Villar de Seoane.

La Dra. del Fueyo (Fig. 5C) es la actual Jefa de la División Paleobotánica y especialista en el estudio de coníferas del Cretácico de Patagonia (Del Fueyo *et al.*, 2007); la Dra. Villar de Seoane (Fig. 5D) está abocada al estudio de floras cre-

tácicas de Patagonia, analizando micro, meso y megafósiles (Villar de Seoane, 1995).

Hacia fines del siglo XX y principios del siglo XXI ingresaron en el Museo paleobotánicos y palinólogos formados provenientes de otras Instituciones del país como la Universidad de Buenos Aires (Edgardo J. Romero, Silvia N. Césari y Pedro Raúl Gutiérrez) y el Centro de Investigaciones en Recursos Geológicos -CIRGEO- (Viviana D. Barreda).

El Dr. Romero (Figs. 4B, 5B), director del MACN entre 1999-2011, realizó numerosos trabajos en Paleobotánica y Palinología del Paleógeno; entre ellos sobresale su contribución al conocimiento del registro fósil de uno de los componentes fundamentales de nuestros bosques australes (Nothofagaceae), la familia del ñire, la lenga y el coihue (Romero, 1977).

La Dra. Césari (Fig. 6C), Jefa de la División Paleobotánica entre 2006-2009, aborda el estudio de dos grandes temáticas: el Carbonífero/Permico y el Cretácico-Paleógeno. Entre sus contribuciones se destaca la elaboración de un esquema bioestratigráfico para Paleozoico superior del centro-oeste de Argentina (Césari *et al.*, 2011a).

Por su parte, el Dr. Gutiérrez (6A), Jefe de la Sección Paleopalinología (2000-presente) desarrolla estudios palinológicos y de megafósiles en el Carbonífero y Pérmico de Argentina (Gutiérrez *et al.*, 2011) y Uruguay (Gutiérrez *et al.*, 2010), y actualmente está analizando uno de los momentos de crisis globales más importantes para las biotas del pasado como lo son las extinciones del límite Permo/Triásico, hace unos 250 Ma.

En mi caso particular (V.D.B. Fig. 6B) trabajo en secuencias del Cretácico y Cenozoico de Patagonia, analizando los cambios en composición y abundancia de las floras a través del tiempo.

También forman parte de la División Paleobotánica la Lic. Laura Scafati, las Sras. Alicia Cardozo y Karina Chernaiovsky y los Sres. Orlando Cárdenas, Luis Lezama y Daniel Melendi. Se cuenta, además, con la colaboración



Fig. 6. A. Pedro R. Gutiérrez, B. Viviana D. Barreda, C. Silvia N. Césari.

de las Dras. Ana Archangelsky, María Cristina Tellería, María Martha Bianchi y la Sra. Nicole Tavil.

En la última década, en parte debido al incremento en las becas de investigación del CONICET y de la ANPCyT y a mayores subsidios para investigación, se incorporaron nuevos integrantes a la División; varios de ellos ya son doctores y tienen sus propias líneas de trabajo. Este grupo de jóvenes investigadores y becarios representa el futuro de la disciplina en la Institución y está integrado por los Dres. Valeria Perez Loinaze, Luis Palazzesi, Roberto R. Pujana, Lucía Balarino, Leandro Martínez, Leticia K. Povilauskas, Carolina Pantí, Ezequiel I. Vera, Bárbara Cariglino, Isabel Vilanova, María Sol Noetinger y los Lic. Eliana Coturel y Martín Carrizo. A pesar del desarrollo tardío que ha tenido la Paleobotánica en la Institución hoy en día el Museo alberga uno de los grupos de trabajo en Paleobotánica más importantes del país (Fig. 7).

LA FLORA DE PATAGONIA, LAS PRIMERAS PLANTAS CON FLOR, SU EVOLUCIÓN

En la actualidad las angiospermas son las plantas dominantes en la mayoría de los ecosistemas terrestres ocupando los más diversos hábitats desde selvas tropicales hasta desiertos, sin embargo, no sucedía lo mismo hace unos 130 millones de años, en el Cretácico Temprano. En esos momentos la vegetación era muy distinta a la actual y en Patagonia dominaban las coníferas, con formas extintas como las cheirolepidiáceas y las podocarpaceas que lograron una gran diversificación (Del Fueyo *et al.*, 2007). Las araucariáceas eran también muy abundantes y diversas, algunas semejantes a las araucarias actuales, mientras que otras se

diferenciaron en sus aparatos reproductivos con un nuevo tipo de polen (*Cyclusphaera*) que predominó en el Cretácico (Del Fueyo & Archangelsky, 2005). Este grano de polen (*Cyclusphaera*) es muy frecuente en las asociaciones palinológicas del Cretácico de Patagonia y Sudáfrica al punto que su presencia posibilitó la definición de una Provincia palinológica (Volkheimer, 1980). En esos momentos Sudamérica y África estaban muy próximas integrando el supercontinente de Gondwana y sus floras tenían grandes similitudes. En zonas abiertas crecían plantas de menor talla que pertenecían a dos órdenes de gimnospermas que dominaron en el Mesozoico, las Cycadales y Bennettitales, estas últimas ahora extintas, pero similares a las actuales Cycas. Los helechos eran muy diversos y abundantes (Del Fueyo *et al.*, 2007). El paleoclima fue templado a cálido tal como lo certifica la exuberante vegetación hallada en latitudes altas y el elevado contenido de CO₂ presente en la atmósfera (Passalía, 2004). Fue en estos paleoambientes donde se desarrollaron las primeras angiospermas. Se piensa que las angiospermas primitivas habrían sido polinizadas por insectos (especialmente Lepidoptera e Hymenoptera), con quienes habrían mostrado algún tipo de co-evolución, ya que ambos grupos se diversificaron durante el Cretácico Tardío. La polinización anemófila (por el viento) presente en muchas familias de angiospermas actuales habría sido un carácter adquirido secundariamente; una polinización selectiva como la de un insecto habría sido mucho más eficiente en una población con muy escaso número de plantas con flores.

Los megafósiles de angiospermas más antiguos de Argentina (Romero & Archangelsky, 1986; Passalía *et al.*, 2003) provienen del Grupo Baqueró (119-114 Ma., Corbella, 2006; Césari



Fig. 7. Foto general de la División Paleobotánica. 1. Viviana D. Barreda, 2. Georgina del Fueyo, 3. Sergio Archangelsky, 4. Edgardo Romero, 5. Silvia N. Césari, 6. Liliana Villar de Seoane, 7. María Martha Bianchi, 8. Leticia K. Povilauskas, 9. María Lucía Balarino, 10. Luis Palazzesi, 11. Eliana Coturel, 12. Valeria S. Perez Loinaze, 13. Orlando Cárdenas, 14. Bárbara Cariglino, 15. Martín Carrizo, 16. Luis Lezama, 17. Roberto R. Pujana, 18. Leandro Martínez, 19. Karina Cherñajovsky, 20. María Sol Noetinger, 21. Ezequiel I. Vera.

et al., 2011b) unidad geológica que aportó una gran cantidad de fósiles de plantas, estudiada desde hace muchos años por investigadores de este Museo (Menéndez, 1966; Archangelsky, 1967b; Archangelsky *et al.*, 2003; Del Fueyo & Archangelsky, 2005; Passalía *et al.*, 2003; Llorens, 2005; Césari *et al.*, 2011b, Figs 8A-D). Se reconocieron 3 morfotipos de hojas vinculables con grupos basales de angiospermas, principalmente de los ordenes Nymphaeales y Piperales (familias Saururaceae, Aristolochiaceae y Piperaceae). El Grupo Baqueró también aportó granos de polen afines a las Chloranthaceae (*Clavatipollenites*)

de amplia distribución en sedimentos cretácicos de todo el mundo. Hallazgos más antiguos de este mismo tipo polínico fueron reportados en la Cuenca Austral (Archangelsky & Archangelsky, 2002, 2004; Quattrocchio *et al.*, 2006).

En un trabajo reciente, liderado por el Dr. Archangelsky, y en el que participamos todos los investigadores que hasta ese momento habíamos trabajado con grupos fósiles asignables a angiospermas ancestrales, se sintetizó la evolución de las angiospermas en Argentina durante el Cretácico sobre la base de la información disponible. Este trabajo permitió reconocer por primera



Fig. 8. Afloramientos del Grupo Baquero donde se encontraron los primeros megafósiles de angiospermas en Argentina, A. Carlos Menéndez (año 1961), B. Sergio Archangelsky (año 1961), C. Renato Andreis, Georgina del Fueyo, Sergio Archangelsky (año 1985), D. Silvia N. Césari, Mauro G. Passalía, Ezequiel Vera (año 2010).

vez distintas etapas en la evolución temprana de las plantas con flor, con la aparición de las primeras eudicotiledóneas (Archangelsky *et al.*, 2009).

Durante la mayor parte del Cretácico las angiospermas estuvieron subordinadas al resto de la flora, no obstante ir diversificándose y ocupando nuevos hábitats, y recién comienzan a dominar los ecosistemas terrestres hacia fines del período con alta participación de palmeras (Prámparo *et al.*, 2007; Povilauskas *et al.*, 2008). A través del límite Cretácico/Paleógeno se produce un importante evento de crisis donde las biotas experimentaron un episodio global de extinción: desaparecen entre otros los dinosau-

rios, muchos grupos de invertebrados, como por ejemplo los amonites y se produce una drástica reducción de muchas especies de mamíferos. Si bien no hay evidencias de una extinción en la flora comparable a la de la fauna; en el Hemisferio Norte (Norteamérica, Japón, Europa) se observó un violento y rápido descenso en la abundancia y diversidad de varios grupos vegetales a través del límite (Nichols & Johnson, 2008). Este proceso fue seguido por un importante incremento en la concentración de esporas de helechos, evento conocido como “*fern spike*”. El mismo fue interpretado como una respuesta de la vegetación a un trauma ecológico importante. La vegetación

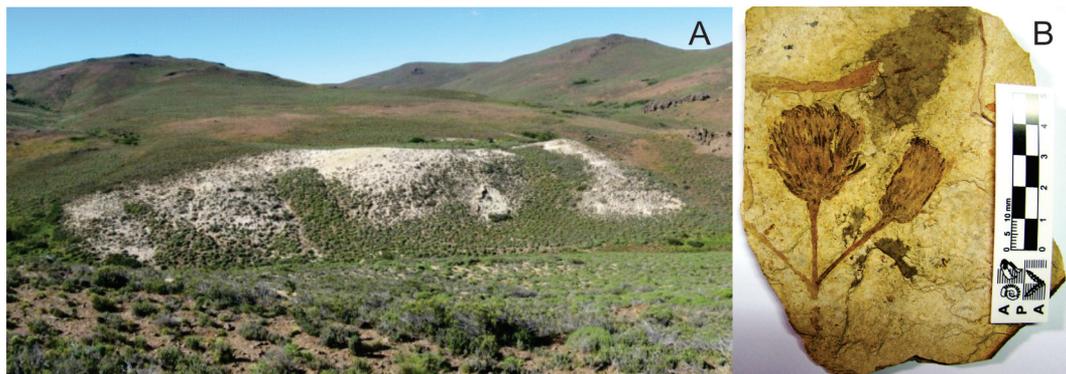


Fig. 9. A. Afloramientos de la Fm. Huitrera, Eoceno de la provincia de Río Negro, de donde proviene la diversa flora de “Río Pichileufú”, B. Detalle de la inflorescencia fósil de la familia de las margaritas (Asteraceae) colectada de ese afloramiento por Rodolfo Corsolini (año 2002).

se restablece posteriormente pero con una composición distinta a la que presentaba antes del límite. En el Hemisferio Sur, hasta hace unos años no existían evidencias de cambios sustanciales en las comunidades vegetales a través del límite, con excepción de las investigaciones realizadas en Nueva Zelanda que mostraron una importante perturbación en la vegetación a través de dicho límite (Vajda *et al.*, 2001; Vajda & Raine, 2003). Recientemente en Argentina, estudios realizados en la cuenca Neuquina, también indicaron un importante disturbio en la vegetación, con desarrollo de una flora dominada por una conífera extinta, las Cheirolepidiaceae, y una brusca reducción en abundancia y diversidad en el resto de la flora (Barreda *et al.*, 2004). Sin embargo, luego de un intervalo en donde sólo prevalecen las cheirolepidiáceas la flora se recupera progresivamente mostrando una composición en parte comparable a la que tenía antes del límite.

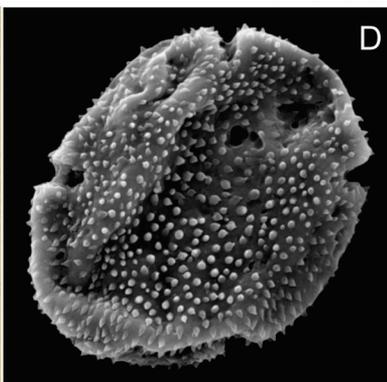
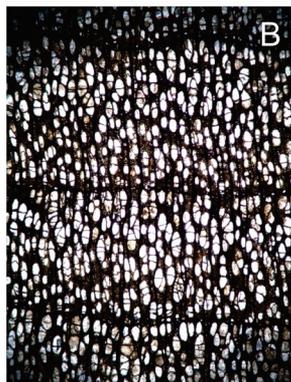
Las floras del Paleoceno y Eoceno temprano de Patagonia son unas de las más diversas del mundo (Wilf *et al.*, 2005). En estos momentos dominaba un clima cálido y húmedo y se observan las mayores penetraciones de linajes tropicales a territorios australes, incluso con desarrollo de manglares en las áreas costeras (Archangelsky, 1973; Volkheimer *et al.*, 2007). Dos floras Eocenas, clásicas de Patagonia, son las de Laguna del Hunco y Río Pichileufú. Estas floras brindaron hallazgos significativos como: un género basal de la familia Casuarinaceae (*Gymnostoma*) (Zamaloa *et al.*, 2006), la familia Akaniaceae (*Akania*) (Romero & Hickey, 1976; Gandolfo *et al.*, 1988), y el hallazgo más antiguo de *Eucalyptus* (Myrtaceae) (Gandolfo *et al.*, 2011), todos linajes actualmente restringidos a Australia e islas del Pacífico Sur. También de la flora de Río Pichileufú (Fig. 9)

proviene el primer megafósil de la familia de las margaritas (Asteraceae), con polen asociado; que presenta características basales en parte compartidas con linajes característicos de América del Sur (Mutisieae) y África (Carduae) (Barreda *et al.*, 2010, 2012).

A partir del Eoceno medio tardío, y en conjunción con cambios paleoclimáticos y paleogeográficos globales, se produce la expansión de una de las familias de angiospermas más características de los bosques australes (Nothofagaceae, Fig. 10) muy bien representada en nuestras secuencias entre otras unidades en las Formaciones Río Turbio y Río Leona, SO de la provincia de Santa Cruz (Menéndez & Caccavari, 1975; Romero, 1978; Pujana, 2009; Panti, 2010), y que va a extenderse en todas las tierras emergidas de Patagonia junto con otros representantes de bosques por lo menos hasta el Mioceno temprano.

Uno de los cambios fisonómicos más significativos que se produjeron en Patagonia estuvo vinculado con el progresivo reemplazo de las comunidades de bosque húmedo, por formaciones vegetales abiertas dominadas por plantas herbáceas y arbustivas como las chenopodiáceas, efedráceas, asteráceas y gramíneas. Estos nuevos grupos de plantas comenzaron a expandirse a partir del Mioceno pero recién hay evidencias del dominio de estas comunidades a partir de los 10 Ma. -Mioceno tardío- en la Formación Puerto Madryn (Palazzesi & Barreda, 2004; Barreda *et al.*, 2008, Fig. 11), coincidiendo con la expansión de estos grupos a nivel mundial.

Por último, las modificaciones de la vegetación durante el Cuaternario estuvieron determinadas en primer lugar por la gran variabilidad climática producida por la alternancia de períodos glaciares e interglaciares. Este proceso provocó un



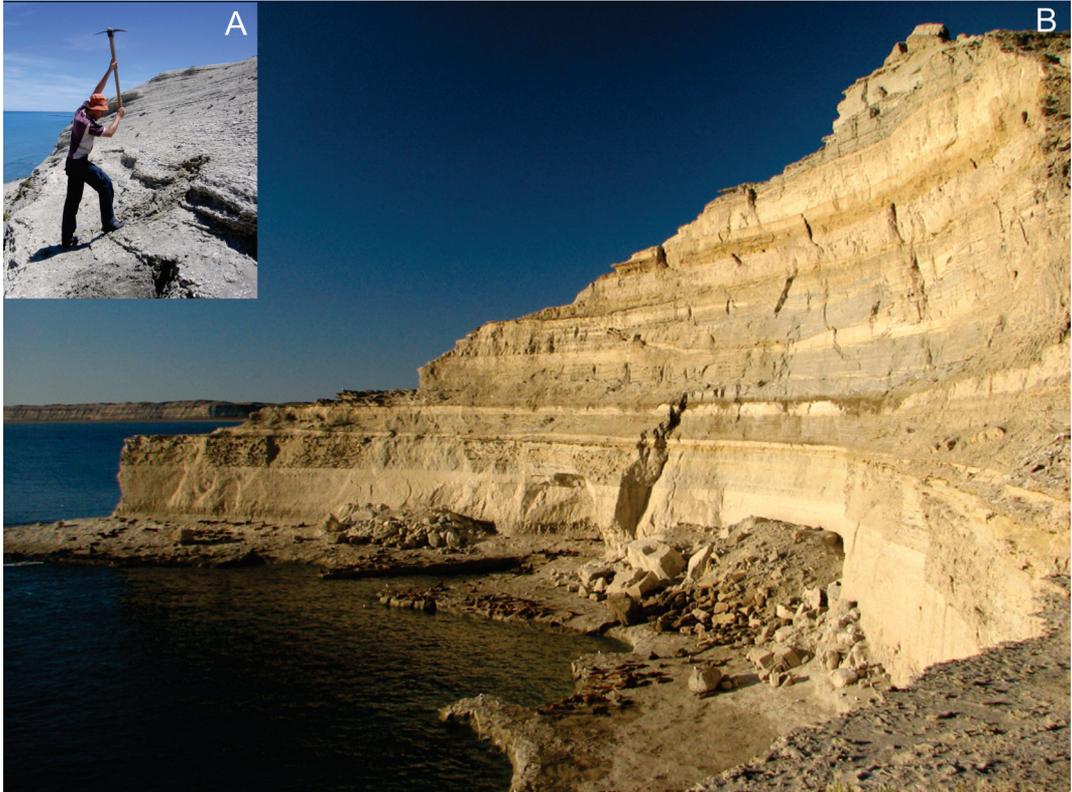


Fig. 11. A-B. Afloramientos de la Formación Puerto Madryn (Mioceno tardío), provincia del Chubut, A. Luis Palazzesi tomando muestras para palinología (año 2009).

estrés único en las biotas que determinó el aislamiento de comunidades, la reducción y la fragmentación de hábitats y el empobrecimiento de las floras establecidas en el Paleógeno (Markgraf & Mc Glone, 2006; Barreda *et al.*, 2007).

AGRADECIMIENTOS

A Luis Palazzesi por escucharme y sugerir ideas de cómo encarar el trabajo, a Sergio Archangelsky por la lectura crítica de una primera versión del manuscrito, a Mirta Arriaga por la interesante charla que mantuvimos sobre el Dr. Alberto Castellanos y cederme sus fotografías, a Liliana Villar de Seoane como fuente de consulta reiterada sobre los primeros integrantes de la División, a Valeria Perez Loinaze por realizar el croquis de los integrantes de la División en la

fotografía de grupo, a Ezequiel Vera por las sugerencias brindadas en la lectura de las pruebas de imprenta, y en general a todos los miembros de la División Paleobotánica por su buena disposición para facilitarme información, fotografías personales, fotografías de campo y/o de restos fósiles sin los cuales hubiera sido difícil encarar esta tarea.

BIBLIOGRAFÍA

- Archangelsky, S. 1967a. Palaeobotany and palynology in South America: a historical review. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 7: 249-266.
- Archangelsky, S. 1967b. Estudio de la Formación Baqueró, Cretácico Inferior de Santa Cruz, Argentina. *Rev. Mus. La Plata (n.s.), Sec. Paleontol.* 7: 185-265.
- Archangelsky, S. 1970. Evolución de los estudios pale-

Fig. 10. A. Afloramientos de la Formación Río Turbio (Eoceno medio a tardío), SO de la provincia de Santa Cruz, de izquierda a derecha Rafael Rodríguez Brizuela, Roberto Pujana, Carolina Panti (año 2007), B-E. Restos fósiles de la familia de la lenga, el ñire y el coihue, B. *Nothofagoxylon* (corte de un leño proveniente de la Formación Río Leona, Oligoceno), C-D. *Nothofagidites* spp., granos de polen de la Formación Río Turbio, E. improntas de hojas de *Nothofagus* de la Formación Río Turbio.

- obotánicos en Argentina desde sus orígenes hasta nuestros días. *Bol. Acad. Nac. Cs. Córdoba* 48: 551-557.
- Archangelsky, S. 1973. Palinología del Paleoceno de Chubut. 1. Descripciones sistemáticas. *Ameghiniana* 10: 339-399.
- Archangelsky, S. 1987. *El sistema Carbonífero en la República Argentina*. Acad. Nac. Cs. Córdoba, 383 pp.
- Archangelsky, S. 2005. La paleobotánica en Argentina y su desarrollo durante los últimos 50 años. *Asoc. Paleontol. Arg. Publ. Esp. N° 10, 50 Aniversario*: 37-49.
- Archangelsky, S. & A. Archangelsky. 2002. Palinología estadística en el Cretácico de la Cuenca Austral, Plataforma Continental Argentina. 1. Seis perforaciones del Área Magallanes. *Rev. Mus. Arg. Cs. Nat. (n.s.)* 4: 25-34.
- Archangelsky, S. & A. Archangelsky. 2004. Palinología estadística en el Cretácico de la Cuenca Austral, Plataforma Continental Argentina. 1. Seis perforaciones del Área Gallegos. 3. Discusión y conclusiones. *Rev. Mus. Arg. Cs. Nat. (n.s.)* 6: 245-255.
- Archangelsky, S. & J.C. Gamero. 1981. Palinomorfos pérmicos en el subsuelo de la Cuenca Colorado en la Plataforma del Mar Argentino, provincia de Buenos Aires. *Inst. Geociencias, Univ. São Paulo, Bol.* 11:119-124
- Archangelsky, S., G. Del Fueyo & L. Villar de Seoane. 2003. Sistemática. En: S. Archangelsky (ed.), *La flora Cretácica del Grupo Baqueró, Santa Cruz, Argentina*. Mon. Mus. Arg. Cs. Nat. 4, CD-ROM (folios 1-33).
- Archangelsky, S., V. Barreda, M.G. Passalia, M.A. Gandolfo, M.B. Prámparo, E.J. Romero, A. Zamuner, R. Cúneo, A. Iglesias, M. Llorens, G.G. Puebla, M.E. Quattrocchio & W. Volkheimer. 2009. Early angiosperm diversification: Evidence from southern South America. *Cretaceous Research* 30: 1073-1082.
- Barreda, V., L.M. Anzotegui & A.R. Prieto, A.R. 2007. Diversificación y cambios de las angiospermas durante el Neógeno en Argentina. *Asoc. Paleontol. Arg. Publ. Esp. 11 Ameghiniana 50 aniversario*: 173-191.
- Barreda, V., S. Palamarczuk & J.A. Jr. Chamberlain. 2004. Vegetational disruption at the Cretaceous/Paleogene boundary in Neuquén, Argentina: evidence from spores and pollen: *10^o R. Arg. Sed., 1^o Simp. lim. Cret./Terc. Arg. (San Luis)*. *Acta de resúmenes*, pp. 185-186.
- Barreda, V.D., M.V. Guler & L. Palazzesi. 2008. Late Miocene continental and marine palynological assemblages from Patagonia. En: J. Rabassa (Ed.), *Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego*, pp. 343-350. *Elsevier*
- Barreda, V., L. Palazzesi, M.C. Tellería, L. Katinas, J.V. Crisci, K. Bremer, M.G. Passalia, R. Corsolini, R. Rodríguez Brizuela & F. Bechis. 2010. Eocene Patagonia fossils of the Daisy Family. *Science* 329: 1621.
- Barreda, V., L. Palazzesi, L. Katinas, J.V. Crisci, M.C. Tellería, K. Bremer, M.G. Passalia, F. Bechis & R. Corsolini. 2012. An extinct Eocene taxon of the daisy family (Asteraceae): evolutionary, ecological and biogeographical implications. *Ann. Bot.* 109:127-134.
- Bonetti, M.I.R. 1972. Las "Bennettitales" de la Flora Triásica de Barreal (Provincia de San Juan). *Rev. Mus. Arg. Cs. Nat. "Bernardino Rivadavia" e Inst. Inv. Cs. Nat., Rev. Paleontología*.
- Caccavari, M.A. & V.M. Guler. 2006. *Acaciapollenites acaciae* sp. nov. A new mimosoid polyad species from the Neogene of Colorado Basin, Argentina. *Ameghiniana* 43: 585-590.
- Césari S.N., C.O. Limarino & E.L. Gulbranson. 2011a. An Upper Paleozoic bio-chronostratigraphic scheme for the western margin of Gondwana. *Earth Sci. Rev.* 106 (1-2): 149-160.
- Césari, S.N., C.O. Limarino, M. Llorens, M.G. Passalia, V. Pérez Loinaze & E.I. Vera. 2011b. High-precision late Aptian Pb/U age for the Punta del Barco Formation (Baqueró Group), Santa Cruz Province, Argentina. *J. South Am. Earth Sci.* 31: 426-431.
- Corbella, H. 2006. Nuevas determinaciones de edad absoluta para el Grupo Baqueró, macizo del Deseado, Patagonia extrandina. *16^o Congr. Geol. Arg.*, pp.69-74.
- Del Fueyo, M.G. & S. Archangelsky. 2005. A new araucarian pollen cone with in situ *Cyclusphaera* Elsik from the Aptian of Patagonia, Argentina. *Cretaceous Research* 26: 757-768.
- Del Fueyo, M.G., L. Villar de Seoane, A. Archangelsky, V. Guler, M. Llorens, S. Archangelsky, J.C. Gamero, E.A. Musacchio, M. Passalia & V. Barreda. 2007. Biodiversidad de las Paleofloras de Patagonia austral durante el Cretácico Inferior. *Asoc. Paleontol. Arg. Publ. Esp. 11 Ameghiniana 50 aniversario*: 101-122.
- Gandolfo, M.A., M.C. Dibbern & E.J. Romero. 1988. *Akania patagonica* n. sp. and additional material on *Akania americana* Romero and Hickey (Akaniaceae), from Paleocene sediments of Patagonia. *Bull. Torrey Bot. Club* 115: 83-88.
- Gandolfo, M.A., E.J. Hermsen, M.C. Zamaloa, K.C. Nixon, C.C. González, P. Wilf, R. Cúneo & K.R. Johnson. 2011. Oldest known *Eucalyptus* macrofossils are from South America. *Plos One* 6(6): e21084. doi:10.1371/journal.pone.0021084.
- Gutiérrez, P.R., M.L. Balarino & Á. Beri. 2010. Palynology of the Lower Permian of Paraná Basin, Uruguay. *J. Syst. Palaeontol.* 8(4): 459-502.
- Gutiérrez, P.R., A.M. Zavattieri, M. Ezpeleta & R.A. Astini. 2011. Palynology of the La Veteada Formation (Permian) in the Sierra de Narváez, Catamarca Province, Argentina. *Ameghiniana* 48(2): 154-176.
- Llorens, M. 2005. *Palinología de la Formación Punta del Barco, Cretácico Inferior de Santa Cruz*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, La Plata, 208p, inédita.
- Markgraf, V. & M. McGlone. 2006. Southern temperate ecosystem responses. En: T.E. Lovejoy & L. Hannah (eds.) *Climate change and biodiversity*, pp.142-156. Yale University Press, New Haven and Londres.
- Martínez Macchiavello, J.C. 1980. Catálogo de especies

- relevantes de diatomeas fósiles Antárticas en microscopio óptico (MO) y microscopio electrónico de barrido (MEB) combinado. *Cont. Cient. Inst. Ant. Arg.*
- Menéndez, C. 1966. Fossil Bennettitales from the Ticó Flora, Santa Cruz Province, Argentina. *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist., Geol.* 12: 1-42.
- Menéndez, C. 1971. Floras terciarias de la Argentina. *Ameghiniana* 8: 357-370.
- Menéndez, C. & M.A. Caccavari de Filice. 1975. Las especies de *Nothofagidites* (polen fósil de *Nothofagus*) de sedimentos Terciarios y Cretácicos de Estancia La Sara, Norte de Tierra del Fuego, Argentina. *Ameghiniana* 12: 165-183.
- Nichols, D.J. & K.R. Johnson. 2008. *Plants and the K-T Boundary*. Cambridge University Press, 292pp.
- Ottone, E.G. 2005. The history of palaeobotany in Argentina during the 19th century. En: A.J. Bowden, C.V. Burek & R. Wilding (Eds.), *History of Palaeobotany: Selected Essays*. Geological Society of London, Special Publication 241: 281-294.
- Ottone, E.G. 2011. Historia de la paleobotánica en la Argentina durante el siglo XIX: científicos, exploradores y el país en exposición. *Rev. Asoc. Geol. Arg.* 68(3): 370-379.
- Palazzesi, L. & V. Barreda. 2004. Primer registro palinológico de la Formación Puerto Madryn, Mioceno de la provincia del Chubut, Argentina. *Ameghiniana* 41(3): 355-362.
- Panti, C. 2010. *Diversidad florística durante el Paleógeno en Patagonia Austral*. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires, 210 pp.
- Passalía, M.G. 2004. Gimnospermas cretácicas de Patagonia como indicadoras de CO₂ atmosférico. 11^o *Reu. Paleobot. Palinol.* (Gramados), Bol. Res.: 112.
- Passalía, M.G., S. Archangelsky, E.J. Romero & G. Cladera. 2003. A new early angiosperm leaf from the Anfiteatro de Ticó Formation (Aptian), Santa Cruz Province, Argentina. *Rev. Mus. Arg. Cs. Nat. (n.s.)* 5: 245-252.
- Povilauskas, L., V. Barreda & S. Marensi. 2008. Polen y esporas de la Formación La Irene (Maastrichtiano), sudoeste de la provincia de Santa Cruz, Argentina: primeros resultados. *Geobios* 41: 819-831.
- Prámparo, M.B., M. Quattrocchio, M.A. Gandolfo, M.C. Zamaloa & E. Romero. 2007. Historia evolutiva de las angiospermas (Cretácico-Paleógeno) en Argentina a través de los registros paleoflorísticos. *Asoc. Paleontol. Arg. Publ. Esp. N° 11, Ameghiniana 50 aniversario*: 157-172.
- Pujana R.R. 2009. Fossil woods from the Oligocene of southwestern Patagonia (Río Leona Formation). Rosaceae and Nothofagaceae. *Ameghiniana* 46: 621-636.
- Quattrocchio, M.E., M.A. Martínez, A. Carpinelli Pavisich & W. Volkheimer. 2006. Early Cretaceous palynostratigraphy, palynofacies and paleoenvironments of well sections in northeastern Tierra del Fuego, Argentina. *Cretaceous Research* 27: 584-602.
- Romero, E.J. 1977. *Polen de gimnospermas y fagáceas de la Formación Río Turbio (Eoceno), Santa Cruz, Argentina*. Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Buenos Aires, 219pp.
- Romero, E.J. 1978. Paleoeología y paleofitogeografía de las tafofloras del Cenofítico de Argentina y áreas vecinas. *Ameghiniana* 15: 209-227.
- Romero, E.J. & S. Archangelsky. 1986. Early Cretaceous angiosperms from the Southern South America. *Science* 234: 1580-1582.
- Romero, E.J. & L.J. Hickey. 1976. A fossil leaf of Akaniaceae from Paleocene beds of Argentina. *Bull. Torrey Bot. Garden* 103: 126-131.
- Stipanovic, P.N. 1971. Reseña histórica sobre la Paleobotánica Argentina. *Ameghiniana* 8: 169-175.
- Stipanovic, P.N. & M.I.R. Bonetti. 1965. Las especies del género *Saportaea* del Triásico de Barreal (San Juan). *Rev. Mus. Arg. Cs. Nat. "Bernardino Rivadavia" e Inst. Inv. Cs. Nat., Revista*.
- Stipanovic, P.N. & A.J. Cuerdo. 2004. Pioneros de las Ciencias Geológicas y afines de la Argentina y algunas de sus anécdotas. *Acad. Nac. Cs. Córdoba. Miscelánea* 102: 1-38.
- Vajda, V., J.I. Raine & C.J. Hollis. 2001. Indication of global deforestation at the Cretaceous-Tertiary boundary by New Zealand fern spike: *Science* 294: 1700-1702.
- Vajda, V. & J.I. Raine. 2003. Pollen and spores in marine Cretaceous/Tertiary boundary sediments at mid-Waipara River, North Canterbury, New Zealand: *N. Z. J. Geol. Geophys.* 46: 255-273.
- Villar de Seoane, L. 1995. Estudio cuticular de nuevas Bennettitales eocretácicas de Santa Cruz, Argentina. 6^o *Cong. Arg. Paleontol. Bioestrat.* (Trelew, 1994), Actas: 247-254.
- Volkheimer, W. 1971. Algunos adelantos en la microbioestratigrafía del Jurásico en la Argentina y su comparación con otras regiones del hemisferio austral. *Ameghiniana* 8: 341-355.
- Volkheimer, W. 1980. Microfloras del Jurásico Superior y Cretácico Inferior de América Latina. *Actas 2^o Cong. Arg. Paleontol. Bioestrat. 1^o Cong. Latinoamer. Paleontol.*, Buenos Aires 1978, 5: 121-136.
- Volkheimer, W. & A. Moroni. 1981. Datos palinológicos de la Formación Auquilco, Jurásico Superior de la Cuenca Neuquina, 8^o *Cong. Geol. Arg.*, San Luis, Actas 4: 795-812.
- Volkheimer, W., L. Scafati & D.L. Melendi. 2007. Palynology of a Danian warm climatic wetland in Central Northern Patagonia, Argentina: *Rev. Esp. Micropal.* 39: 117-134.
- Wilf, P., K.R. Johnson, N.R. Cúneo, M.E. Smith, B.S. Singer & M.A. Gandolfo. 2005. Eocene plant diversity at Laguna del Hunco and Río Pichileufú, Patagonia, Argentina: *Am. Nat.* 165: 634-650.
- Zamaloa, M.C., M.A. Gandolfo, C.C. González, E. Romero, N.R. Cúneo & P. Wilf. 2006. Casuarinaceae from the Eocene of Patagonia, Argentina. *Int. J. Plant Sci.* 167 (6): 1279-1289.

