

TESIS DOCTORAL

**“ESTUDIO PALEOBOTÁNICO, PALEOECOLÓGICO Y PALEOAMBIENTAL EN SECUENCIAS DE LA
FORMACIÓN SALAMANCA, DEL PALEOCENO INFERIOR EN EL SUR DE LA PROVINCIA DE CHUBUT,
PATAGONIA, ARGENTINA”**

ARI IGLESIAS

ALBA B. ZAMUNER

DIRECTOR

SERGIO D. MATHEOS

CO-DIRECTOR

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA**

2007

II AGRADECIMIENTOS

Primeramente quiero agradecer mi esposa Melina por el constante apoyo con mi carrera, como así también a mi mis padres y hermanos.

A Alba Zamuner por su constante apoyo y ayuda en toda la dirección de este trabajo y a Sergio Matheos por la co-dirección del mismo.

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas por la beca y subsidios otorgados, sin el cual este trabajo no podría haberse realizado. A la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata y a la División Paleobotánica a la cual pertenece, por su apoyo y ofrecimiento del espacio de trabajo. A la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y a la National Science Fundation (DEB-0345750) por los subsidios con los cuales se realizaron los viajes de campaña y visitas al exterior.

A Peter Wilf, por su constante apoyo y ayuda en el campo, laboratorio y reuniones.

Por la enorme ayuda en tareas de campo, Sol Raigemborn, Kirk Johnson, Cinthia Gonzáles, Bárbara Cariglino, Ellen Currano, Ignacio Escapa, Eduardo Mussacchio, Juan Carlos Sciutto, Rubén Cúneo, Mariana Brea, Diego Fracchia y Alejandra Fisher. Con especial agradecimiento a Pablo Puerta, Mariano Caffa y Leandro Canessa.

Por su ayuda en la preparación de los materiales y tareas en el laboratorio, a los técnicos del Museo Egidio Feruglio, Eduardo Ruigomez, Conrad Labandeira, Bradley Singer, María del Carmen Zamaloa y Rebecca Wilf.

Por los permisos para acceder a los yacimientos, a los propietarios de los campos: Hugo Viser, Clara Zalazar, Victor Slápeliz, Edna de Galáz, Omar Porto, Raúl Castro y Martínez; también a la Secretaría de Cultura de la Provincia de Chubut, Paula Castro, a los guardaparques del Bosque Provincial de Ormaechea y a Ariel Serra, a la Secretaría de Cultura de Sarmiento; y a la gente de Panamerican Energy en Valle Hermoso, Cerro Dragón y Anticlinal Grande (L. Perozzi, J. Herbas, J. Jativ, E. Muñoz, D. Herrera, R. Villareal, S. Quinteros, M. Granados, S. Gastón).

También quiero agradecer a gente que de una u otra manera colaboró con este proyecto: Lucila Iglesias, Alberto Cione, Ian Miller, Daniel Peppe, Gonzalo Veiga, Ayelen Iglesias, a los Rumis, y otros muchos más...

A Todos... Muchísimas Gracias.

III Índice General

I CARÁTULA

II AGRADECIMIENTOS

III ÍNDICE

IV RESUMEN..... p. 5-6

V OBJETIVOS..... p. 7-8

- OBJETIVOS GENERALES
- OBJETIVOS ESPECÍFICOS
- HIPÓTESIS DE TRABAJO

VI INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LAS FLORAS Y LAS SEDIMENTITAS DEL PALEOCENO INFERIOR

1. PALEOFLORAS PALEÓGENAS CONOCIDAS PARA SUDAMÉRICA Y PATAGONIA..... p. 9-10
2. ESTUDIOS PREVIOS DE LA FLORA FÓSIL DE LA FORMACIÓN SALAMANCA..... p. 11-12
3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO..... p. 12-17
4. ESTRATIGRAFÍA E HISTORIA GEOLÓGICA DE LA CUENCA DEL GOLFO SAN JORGE..... p. 18-33
5. RESEÑA GEOLÓGICA Y PALEONTOLÓGICA DE LA FORMACIÓN SALAMANCA..... p. 33-44
6. CONCLUSIONES DE LA SECCIÓN VI..... p. 45-46

VII DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA Y PALEONTOLÓGICA DE LAS LOCALIDADES FOSILÍFERAS

1. LOCALIDADES FOSILÍFERAS, ESTRATOS PLANTÍFEROS Y DESCRIPCIÓN DE LAS TAFOFLORAS.... p. 47-50
2. DESCRIPCIÓN DE PERFILES.....p. 51-62
3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE FACIES.....p. 63-67
4. ANÁLISIS DE ASOCIACIONES DE FACIES Y ESTRATIGRAFÍA..... p. 67-73
5. ANÁLISIS PALEOAMBIENTAL DE LOS SEDIMENTOS PORTADORES DE LAS TAFOFLORAS..... p. 73-80
6. CONCLUSIONES DE LA SECCIÓN VII.....p. 81-82

VIII EDAD DE LA FLORAS ESTUDIADAS

1. REGISTROS PREVIOS Y REVISIÓN DE LA EDAD DE LA FORMACIÓN SALAMANCA.....p. 83-84
2. EDAD DE LAS FLORAS ESTUDIADAS..... p. 84-87
3. CONCLUSIONES DE LA SECCIÓN VIII..... p. 87-88

IX DESCRIPCIÓN DE EJEMPLARES FOLIARES

1. METODOLOGÍA Y GENERALIDADES	p. 89-94
2. ANGIOSPERMOPHYTA.....	p. 95-174
3. CONIFEROPHYTA (CONIFERALES).....	p. 174-180
4. FILICOPHYTA (FILICALES).....	p. 180-183
5. CONCLUSIONES DE LA SECCIÓN IX.....	p. 183-190

X PALEOCLIMATOLOGÍA

1. GENERALIDADES.....	p. 191-198
2. PALEOTEMPÉRATURA: ANÁLISIS DE MARGEN FOLIAR.....	p. 198-199
3. PALEOPRECIPITACIÓN: ANÁLISIS DE ÁREA FOLIAR.....	p. 199-204
4. CONCLUSIONES PALEOCLIMATOLÓGICAS EN BASE A MEGAFLORES DE IMPRESIONES EN LA FORMACIÓN SALAMANCA.....	p. 205-206

XI COMPARACIÓN DE LA TAFOFLORA CON OTROS YACIMIENTOS CONOCIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	p. 207-208
2. METODOLOGÍAS.....	p. 208-211
3. DATOS DE RIQUEZA Y DIVERSIDAD EN LAS FLORAS DEL PALEOCENO DE LA F. SALAMANCA.....	p. 211-214
4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA BIODIVERSIDAD CON OTRAS FLORAS PALEÓGENAS.....	p. 215-220
5. CONCLUSIONES DE LA SECCIÓN XI	p. 220-221

XII CONCLUSIONES GENERALES.....

p. 222-223

XIII BIBLIOGRAFÍA.....

p. 224-244

IV RESUMEN

La presente tesis corresponde al estudio de macrofloras fósiles de edad paleocena halladas en el Oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge, con especial interés en el análisis paleobotánico, paleoecológico y paleoambiental de las compresiones/impresiones de restos foliares.

Las floras fósiles provienen de dos unidades formacionales distintas: seis yacimientos fueron encontrados en la Formación Salamanca, que corresponden a dos niveles florísticos diferentes; y una en la Formación Peñas Coloradas. Cuatro yacimientos mostraron estados de preservación muy buenos, por lo que su muestreo se realizó en forma cuantitativa no sesgada, recolectando todo el material identificable (1119 ejemplares en PL1, 1397 en PL2, 183 en OR2 y 114 en LF) totalizando una colección de más de 2900 ejemplares. Debido al alto número de ejemplares y de formas foliares no conocidos, la flora fue analizada utilizando morfotipos, sin una ubicación sistemática precisa en primer instancia.

Esta tesis se divide en secciones que tratan a los temas individualmente, comenzando con una introducción o metodologías específicas del capítulo en particular, descripción de los materiales o muestras, su análisis y conclusiones propias de cada sección; que son reconsideradas en conjunto en la Sección XII.

En la primer parte (Sección VI) se realiza una extensa revisión sobre las paleofloras fósiles, asignadas a edades similares a la estudiada, tanto para el Continente Sudamericano como para las cuencas de Argentina; así como los estudios previos realizados sobre la flora fósil de la Formación Salamanca y todos aquellos estudios sobre la geología, estratigrafía y paleontología de la cuenca que interesan para el período de tiempo estudiado.

En la segunda parte (Sección VII) se realiza una descripción geológica y sedimentológica de cada localidad y perfil prospectado, discriminando los niveles portadores de las taofloras. En una segunda instancia, se interpretan los perfiles reconociendo diferentes paleoambientes asociados a cada taoflora y se propone una nueva división estratigráfica en tres miembros para los sedimentos de la Formación Salamanca en el oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge; y se realiza una correlación entre paquetes sedimentarios del Paleoceno en la cuenca.

En la Sección VIII, se realiza una revisión de las edades absolutas para el período de tiempo estudiado con nuevos aportes, que permiten acotar edades, tanto de unidades rocosas como a las paleofloras, con una mayor precisión; concluyendo que las taofloras se depositaron en un período de tiempo entre los 63 y 60 millones de años, correspondientes al Paleoceno inferior y medio (Daniano-Selandiano).

En la Sección IX se describen las formas foliares reconocidas, correspondientes a 44 morfotipos de angiospermas, 4 de gimnospermas y 4 de helechos. Para cada morfotipo foliar se identificó un material ejemplar, todas el material referente fue identificado en la colección, se realizó su descripción morfológica y se intentó su comparación con grupos fósiles y modernos. Se reconocieron las familias Akaniaceae, Nothofagaceae, Rosaceae, Lauraceae, Sapindaceae, Rhamnaceae, Fabaceae, Cunoniaceae, Myrtaceae, Menispermaceae, Arecaceae, Podocarpaceae, Araucariaceae, Lygodiaceae.

En la Sección X, se realizan estudios paleoclimáticos sobre la base de caracteres morfológicos de las hojas de angiospermas, obteniéndose estimaciones cuantitativas de paleotemperaturas y paleoprecipitaciones. Sobre la base de estos análisis se concluye que las floras fósiles responden a climas templado-cálidos con una temperatura media anual entre $14,4 \pm 2,63$ °C y $20,1 \pm 3,52$ °C; y precipitaciones del orden de los 1067 y 1207 mm. medios anuales.

En la Sección XI, se analiza la diversidad florística y se comparan con otras floras de edad paleocena y eocena tanto de Sudamérica como de Norteamérica, con el intento de esclarecer los cambios sufridos en la historia de la vegetación a través del período de tiempo comprendido entre el fin del evento Cretácico más tardío y el evento climático de máxima temperatura global conocido para el límite Paleoceno-Eoceno. Los resultados muestran que las floras del Paleoceno de Patagonia presentan el doble de diversidad que floras comparables de la misma edad a similares paleolatitudes en el Hemisferio Norte, proponiendo un stock de alta diversidad ancestral, 10 millones de años más antiguo, para la extrema diversidad florística que caracteriza el Eoceno de Patagonia.

Por último en la Sección XII, se encuentran las conclusiones generales y se brinda un esquema paleobiogeográfico sobre la base del nuevo cúmulo de información paleobotánica obtenida.

SECCIÓN V OBJETIVOS

- **OBJETIVOS GENERALES**

1. Realizar un estudio integral de las taofloras de compresiones/impresiones del Paleoceno inferior, presentes en el sector centro-sur de la Provincia de Chubut, que resultan claves para el entendimiento de la biodiversidad y evolución de grupos vegetales a través del Paleógeno para América del Sur.
2. Determinar los ambientes asociados a las megafloras del Paleoceno en el centro-sur de la Provincia de Chubut (Oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge), integrando datos sedimentológicos, estratigráficos, tafonómicos y paleobotánicos.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Prospeccionar, relevar y analizar diferentes taofloras del Paleoceno en el centro-sur de la Provincia de Chubut, ubicarlas en forma espacial, estratigráfica como temporalmente, y determinar los mejores yacimientos de compresiones/impresiones vegetales para su estudio.
2. Determinar la composición florística y diversidad taxonómica de las floras fósiles halladas en la Formación Salamanca, sobre la base de colecciones fósiles con representación cuantitativa.
3. Establecer edades absolutas y/o relativas para las distintas taofloras relevadas.
4. Analizar la diversidad florística de las taofloras y contrastarla con floras fósiles de edad similar y comparables paleoambiental y latitudinalmente.
5. Analizar los ambientes sedimentarios en los que se desarrollaron las floras y determinar si existen diferencias de preservación en los restos vegetales existentes.
6. Determinar las condiciones climáticas deducidas a partir de datos sedimentológicos, paleoambientales y paleobotánicos.
7. Reconocer y definir cambios florísticos en espacio y tiempo a lo largo de los perfiles en los diversos yacimientos.

- **HIPÓTESIS DE TRABAJO**

1. La flora fósil de la Formación Salamanca no se encuentra preservada en sedimentos marinos como lo sugieren interpretaciones paleoambientales previas.
2. La diversidad paleoflorística de la Formación Salamanca es mayor de lo que se conoce por registros previos de megaflora.
3. Durante el Paleoceno inferior, en el Oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge, ocurren diferentes paleoambientes y paleofloras.
4. La megaflora fósil del Paleoceno inferior se correlaciona con las etapas tempranas del evento del óptimo climático del límite Paleoceno/Eoceno (PETM) a través de las taofloras de Patagonia y otras comparables.

SECCIÓN VI INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LAS FLORAS Y

LAS SEDIMENTITAS DEL PALEOCENO INFERIOR

VI_1. PALEOFLORAS PALEÓGENAS CONOCIDAS PARA SUDAMÉRICA Y PATAGONIA

Las Floras de edad paleocena proveen datos fundamentales para entender el funcionamiento de los ecosistemas durante la transición Cretácico-Terciario (e.g., Wolfe y Upchurch, 1986; Wolfe, 1987; Johnson y Ellis, 2002; Barclay, *et al.*, 2003; Wilf, *et al.*, 2006). Existen escasos trabajos que tratan acerca de macrofloras de edad paleocena para Sudamérica (Burnham y Johnson, 2004; Wing, *et al.*, 2004; Jaramillo, *et al.*, 2006), muchos de los cuales han sido re-evaluados como correspondientes al Eoceno (Wilf, *et al.*, 2005; Yabe, *et al.*, 2006) o aún no tienen una edad geocronológica precisa, y esto a pesar de que, hoy en día, Sudamérica representa uno de los lugares de mayor diversidad del planeta.

Los registros de palinofloras de edad paleocena son algo más frecuentes debido a la posibilidad de su estudio en muestras de subsuelo. En Sudamérica son ejemplos el centro de Colombia y oeste de Venezuela (Rull, 1999; Jaramillo, *et al.*, 2005); en Argentina: la flora del Grupo Salta (Quatrocchio, *et al.*, 1988; Quatrocchio y Del Papa, 2000; Narváez y Volkheimer, 2005; Quatrocchio, 2006), la Cuenca del Colorado (Ruiz y Quatrocchio, 1971; Quatrocchio y Ruiz, 1999; Quatrocchio, 2006) y la de la Formación Salamanca (ej. de referencias: Archangelsky, 1973; Archangelsky y Romero, 1974; Zamaloa y Andreis, 1995; Matheos, *et al.*, 2005; Prámparo *et al.*, 2006).

En el norte de Sudamérica, más precisamente en la localidad de Cerrejón, Colombia, se ha encontrado una megafloora paleocena de impresiones/compresiones, bien preservada que sólo se conoce por un informe preliminar (Herrera, 2004) y que actualmente se encuentra en estudio (Wing, *et al.*, en prensa).

La mayoría de las posibles megafloras de edad paleocena, en el sur de Sudamérica, son conocidas por colecciones históricas, pequeñas y carentes de posiciones estratigráficas precisas. En el sur de Sudamérica, se ha adjudicado edad paleocena a las siguientes megafloras:

La Flora de Lota-Coronel es una flora muy poco estudiada que ha sido asignada tentativamente a una edad Paleoceno superior o Eoceno temprano (Gayo, *et al.*, 2005; Hinojosa, 2006).

La Flora de Ligorio Márquez (Troncoso, *et al.*, 2002; Suárez, *et al.*, 2000) podría ser una excepción pero, como bien expone Yabe, *et al.* (2006), la edad paleocena de la flora se encuentra en

duda debido a que los controles geocronológico corresponden a un basalto que ocurre en el tope de la formación, datado en $47,6 \pm 0,78$ (Yabe, *op. cit.*), y a las piroclastitas de la Formación Flamencos infrayacente, datadas en 123 ma. (Suárez, *et al.*, 2000); limitando la posible edad de la Formación Ligorio Márquez al pre-Eoceno.

La Flora de Laguna del Hunco, fue estudiada por Berry (1925a, 1925b, 1928, 1932); y luego por Romero (1986). Esta flora fue tentativamente asignada al Paleoceno pero se mantuvo en duda hasta el 2005 cuando Wilf y otros realizaron dataciones precisas Ar/Ar dando valores de ~52 ma. ($52,13 \pm 0,32$ ma. Wilf, *et al.*, 2003; y $51,91 \pm 0,22$ ma. Wilf, *et al.*, 2005), es decir correspondiente al Eoceno temprano.

La Flora de Río Pichileufu, fue primeramente estudiada por Berry, (1935a, 1935b, 1935c, 1938); y asignada a un rango de edad muy amplio entre el Paleoceno y el Mioceno (González Díaz, 1979; Rapela y Kay, 1988). Estudios recientes con dataciones Ar/Ar precisas le indican una edad Eoceno medio ($47,46 \pm 0,05$ ma., Wilf, *et al.*, 2005).

Las Formaciones Tunal, Mealla y Maíz Gordo del Grupo Salta (Quatrocchio, *et al.*, 1988 y 1997; Quatrocchio y Volkheimer, 2000; Narváez y Volkheimer, 2005), poseen características palinológicas que la diferencian de la Formación Salamanca (Quatrocchio y Volkheimer, 2000). Hasta el momento, de estas formaciones no se han publicado megafloras.

La Formación Pedro Luro, conocida en subsuelo para la Cuenca del Colorado, es adjudicada al Daniano (Ruiz y Quatrocchio, 1971; Quatrocchio y Ruiz, 1999) y posee características palinológicas que la diferencian de la Formación Salamanca (Quatrocchio y Volkheimer, 2000). No se conocen megafloras para esta formación.

La Flora del Grupo Río Chico sobreyace a la de la Formación Salamanca, en la Cuenca del Golfo San Jorge, y ha sido adjudicada al Paleoceno superior en base a magnetoestratigrafía, posición estratigráfica y edades Mamífero-Sudamericanas. Los restos de megaflora descriptos corresponden sólo a petrificaciones de leños (Brea y Zucol, 2006).

La Flora del Cerro Bororó fue estudiada por Archangelsky, *et al.* (1969) y Petriella (1972); se encuentra aún en discusión si corresponde o no a la Formación Salamanca, se le ha adjudicado el término de Formación Cerro Bororó (Andreis, *et al.*, 1973), pero el período de tiempo comprendido en su depositación correspondería a la misma que para la Formación Salamanca (Maastrichtiano-Daniano). La microfauna marina también corroboraría esta hipótesis (Bertels, 1973). El Cerro Bororó se encuentra en el área del margen noroeste de la Cuenca del Golfo San Jorge y su megaflora de impresiones aún no ha sido estudiada.

La flora de la Formación Salamanca, sería la única megaflora de compresiones/impresiones del sur de Sudamérica de edad Paleocena confirmada; esta megaflora es únicamente conocida por el trabajo de Berry (1937), en base a una colección de sólo 24 piezas.

VI_2. ESTUDIOS PREVIOS DE LA FLORA FÓSIL DE LA FORMACIÓN SALAMANCA

Berry (1937), describe 11 especies de hojas de angiospermas dicotiledóneas que, a pesar de corresponder a un estudio de tipo inicial, nunca tuvo una reevaluación. Posteriormente al trabajo de Berry, es posible rastrear en la bibliografía algunos hallazgos de la megaflora de impresiones/compresiones de la Formación Salamanca, pero sin estudios mayores realizados en ella: Leanza (1939) reconoce los géneros *Cissites* y *Cryptocaryoides* en la misma localidad de Berry. Ferello (1954) recolectó más de 100 piezas en campañas de exploración para YPF (Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Argentina), reconociendo los géneros: *Sterculia*, *Cissites*, *Cryptocaryoides* y *Ziziphus*. En el Departamento de Biología de Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (Universidad de Buenos Aires), existe una colección de piezas procedentes de varias campañas, éstas se encuentran ingresadas con números de colección: 41 Cerro Colorado, 62 Cerro Funes, 39 y 101 Palacio de los Loros, 104 Entrada al Bosque José Ormaechea y 106 Cerro Dromedario; algunas de las cuales fueron citadas en Martínez, 1988 y 1992. Ninguna de estas colecciones posee una procedencia geográfica y/o estratigráfica suficientemente precisa como para poder incorporarse en los estudios cuantitativos de esta tesis.

Las contribuciones a la palinoflora de la Formación Salamanca corresponden a los trabajos de Archangelsky (1973, 1976a, 1976b), Archangelsky y Romero (1974), Petriella y Archangelsky (1975), Archangelsky y Zamalao (1986), Zamalao y Andreis (1995), Bellosi, *et al.* (2000), Zucol, *et al.* (2004), Matheos, *et al.* (2005) y Prámparo, *et al.* (2006). Los resultados de los análisis polínicos se encuentran ordenados en la Tabla VI_2, de estos resultados se desprende que la palinoflora de la Formación Salamanca presenta una diversidad alta de grupos polínicos, y que se correlaciona a una flora de clima subtropical-húmedo (Petriella y Archangelsky, 1975), dominada por Angiospermas y en ocasiones por *Classopollis* (= *Corollina*) (Bellosi, *et al.*, 2000); frecuentemente con constituyentes que indican la presencia de cuerpos de agua dulce cercanos, como afluentes al mar “salamanquense” (Chebli y Serraiotto, 1974; Bellosi, *et al.*, 2000; Brea, *et al.*, 2006). Por último Quatrocchio y Volkheimer (2000), basándose en el registro palinológico de edad daniana para la Argentina, proponen incluir a la Formación Salamanca en la Paleofitoprovincia de Ulmaceae.

Los estudios correspondientes a la megaflora de permineralizaciones comienzan con los estudios de Petriella (1972) realizados sobre las maderas petrificadas del Cerro Bororó, que si bien no fueron asignadas a la Formación Salamanca, corresponden al mismo lapso de tiempo dentro del área demarcada de la Cuenca del Golfo San Jorge. Petriella (1972) reconoce, para el Paleoceno en el norte de la Cuenca del Golfo San Jorge, la presencia de las siguientes familias: Zamiaceae, Podocarpaceae, Elaeocarpaceae, Rutaceae, Cunoniaceae, Rhizophoraceae, Euphorbiaceae y Palmae. Estudios sistemáticos de permineralizaciones asignados estrictamente a la Formación Salamanca, se reducen a tres trabajos: El primero (Romero, 1968) sobre el estudio de estípites de una nueva especie de palmera (*Palmoxylon patagonicum*), procedente del área de trabajo de la presente tesis, proveniente del Cerro Abigarrado. El segundo (Ragonese, 1980) sobre una nueva especie de Myrtaceae (*Myrceugenia chubutense*) proveniente de afloramientos del extremo NE de la cuenca. El tercero (Brea, *et al.* en prensa) es el de una Fabaceae, procedente de la localidad de Palacio de los Loros, dentro del área de estudio de esta tesis. Por último, hay dos cortas comunicaciones sobre la megaflora de la formación, correspondientes a una cutícula (Anzótegui y Romero, 1994) y a leños permineralizados de coníferas podocarpáceas (Zamuner, *et al.*, 2002) y posibles Araucariáceas (Zamuner, *et al.*, 2003). Otra contribución al conocimiento de la flora de permineralizaciones de la Formación Salamanca, corresponde al estudio de anillos de crecimiento en las maderas del Bosque Petrificado Víctor Slápeliz, Ormaechea y Ameghino (Brea, *et al.*, 2005 y 2007), que también indican dominancia de coníferas en la lignoflora. Otros trabajos indican sólo la presencia de leños en los sedimentos de la Formación Salamanca (Chebli y Serraiotto, 1974; Andreis, *et al.*, 1975; Somoza, *et al.*, 1995).

VI_3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.

En base al estudio bibliográfico previo al comienzo de esta tesis, se circunscribió el estudio paleobotánico, paleoecológico y paleoambiental de la Formación Salamanca, a la región sur de la Provincia de Chubut. En base a la bibliografía existente y a la prospección de floras fósiles en las campañas realizadas, se reconoció que los afloramientos portadores de megafloras en esta unidad, en el sur de la Provincia de Chubut, se ubican en el borde septentrional de la Pampa de María Santísima, desde las proximidades del “codo” del Río Senguer hasta las barrancas del Río Chico (Figura 6.2), correspondiendo al sector oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge (Figura 6.1).

Se realizaron observaciones en las localidades de Bosque Petrificado Víctor Slápeliz, Palacio de los Loros, Bosque Petrificado Parque Provincial Ormaechea, Cerro Abigarrado, Cerro Blanco,

Gran Barranca del Lago Colhue Huapi, Yacimiento Petrolífero Las Flores II-Estancia La Campanita, y curso superior y medio del Río Chico (Figuras 6.2 y 6.3). El área así comprendida, se sitúa entre los paralelos 45° 30' y 46° 00', y entre los meridianos 68° 15' y 69° 15'. Se graficó una reconstrucción de paleolatitudes para tiempos del Paleoceno temprano, utilizando el *software online plate reconstruction service* del “Ocean Drilling Stratigraphic Network” (2004), con las líneas de las costas actuales (Figura 6.4), que responde a una aproximación de la situación paleogeográfica de la región en estudio.

La Figura 6.3, corresponde al relevamiento geológico del área en estudio, con los afloramientos del Grupo Chubut, de la Formación Salamanca, y del Grupo Río Chico.

Los yacimientos de megaflore de compresiones/impresiones analizados en este trabajo, corresponden a las localidades de:

- Palacio de los Loros (Figura 6.3), localidad conocida previamente por las descripciones de formas foliares de Berry (1937) y sucintamente descripta sedimentológicamente por Feruglio (1949); de esta localidad se hallaron dos yacimientos con excepcional preservación de flora y se extrajeron sendas colecciones de megaflore.
- Parque Provincial Ormaechea (Figura 6.3): localidad conocida previamente por la megaflore de permineralizaciones del “bosque petrificado”; en esta localidad se hallaron varios yacimientos de compresiones/impresiones, pero sólo se hicieron recolecciones cuantitativas en los dos que mostraron mejor preservación de la taflore, correspondiendo a los yacimientos denominados OR1 y OR2, en esta tesis.
- Yacimiento Petrolífero Las Flores II- Estancia La Campanita (Figura 6.3): localidad no conocida en estudios previos de megaflore o secciones sedimentológicas, y que ha evidenciado una diversa flora de compresiones/impresiones y troncos permineralizados que, si bien no corresponden a la Formación Salamanca (Sección VII), ha sido incluida en este trabajo por la implicancia tanto estratigráfica, paleobotánica, como regional para el estudio de las floras del Paleoceno inferior a medio.

En la Sección VII se describen más extensamente las ubicaciones geográficas, exposición de y modos de acceso de cada yacimiento.

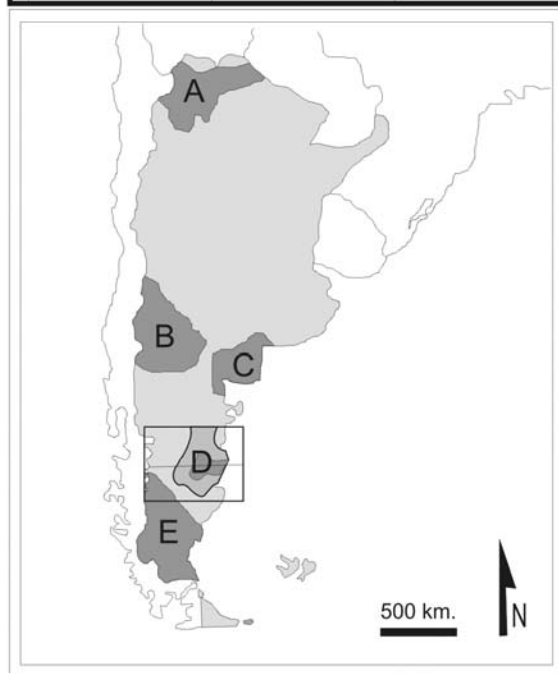
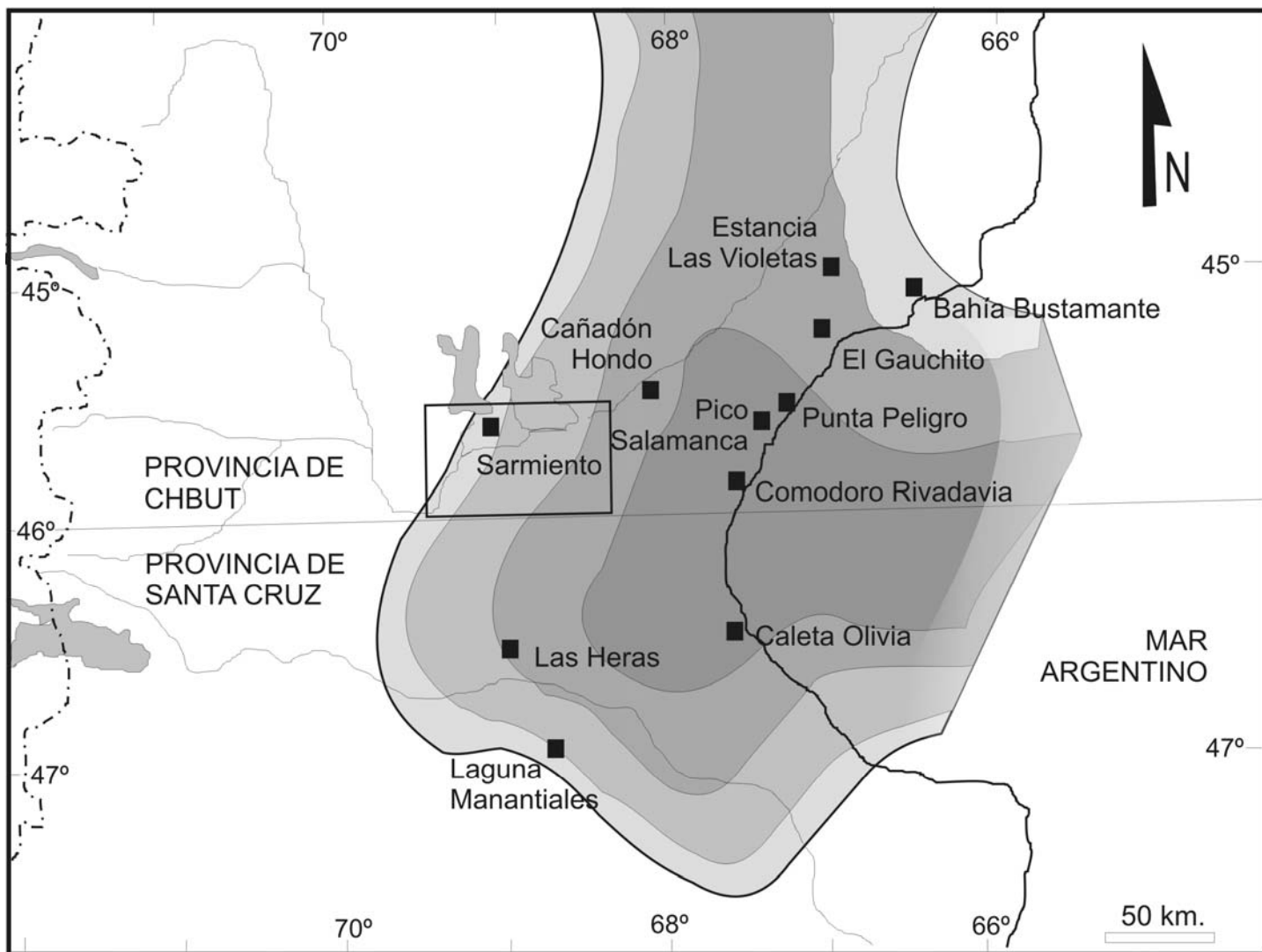
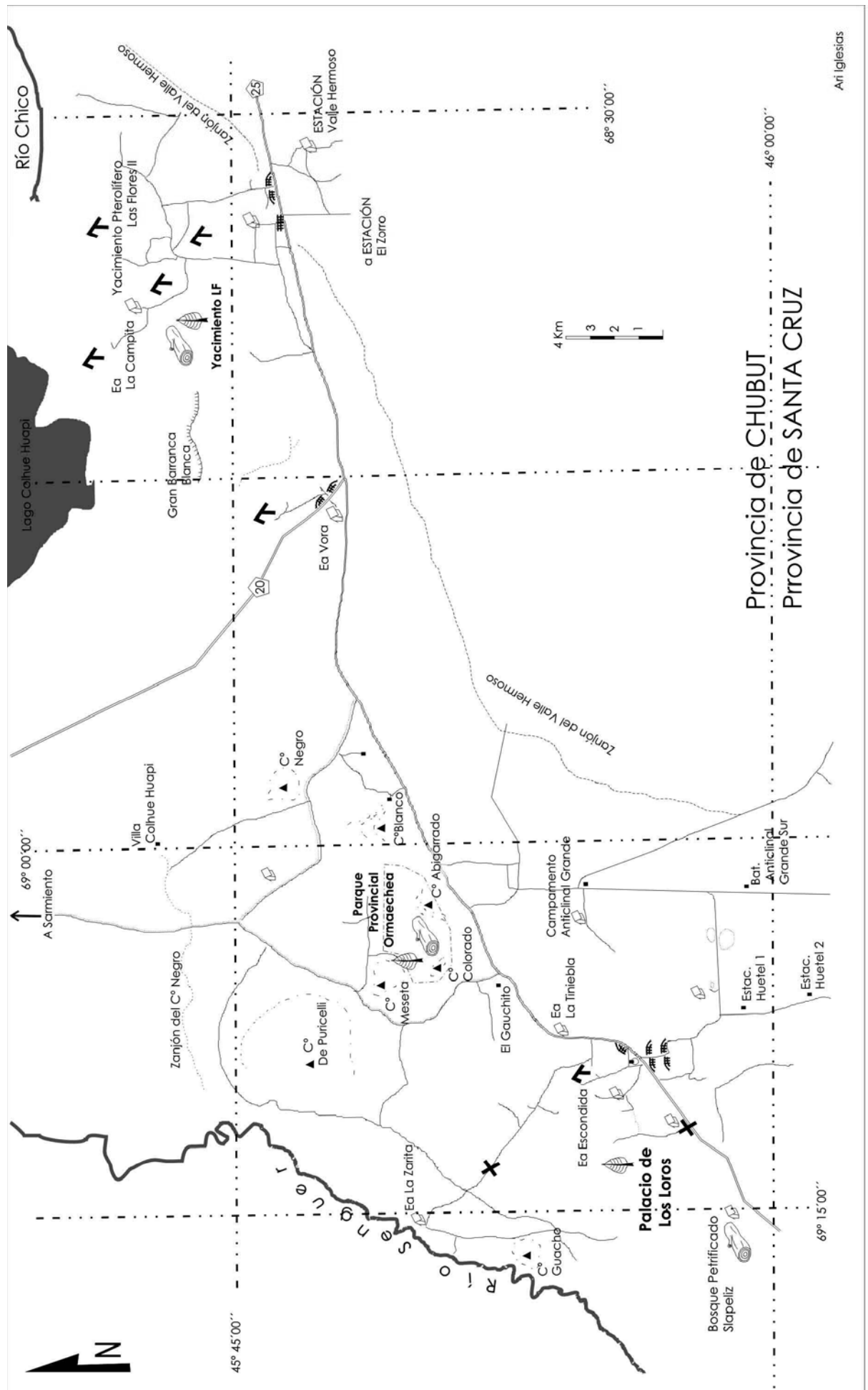


Figura 6.1_ Izquierda: Esquema de las Cuenas Argentinas con registro Paleobotánico para el Daniano (modificado de Quatrocchio y Volkheimer, 2000). A: Cuenca del Noroeste, B: Cuenca Neuquina, C: Cuenca del Salado, D: Cuenca del Golfo San Jorge (detalle arriba), E: Cuenca Austral.

Arriba: Reconstrucción márgenes y depocentro de la Cuenca del Golfo San Jorge para el Paleoceno más temprano (modificado de Uliana y Legarreta, 1999). El recuadro marca la región de estudio del presente trabajo. Se marcan las localidades más importantes mencionadas en este trabajo.



Ari Iglesias

Figura 6.2_ Ubicación Geográfica del Área de Estudio.

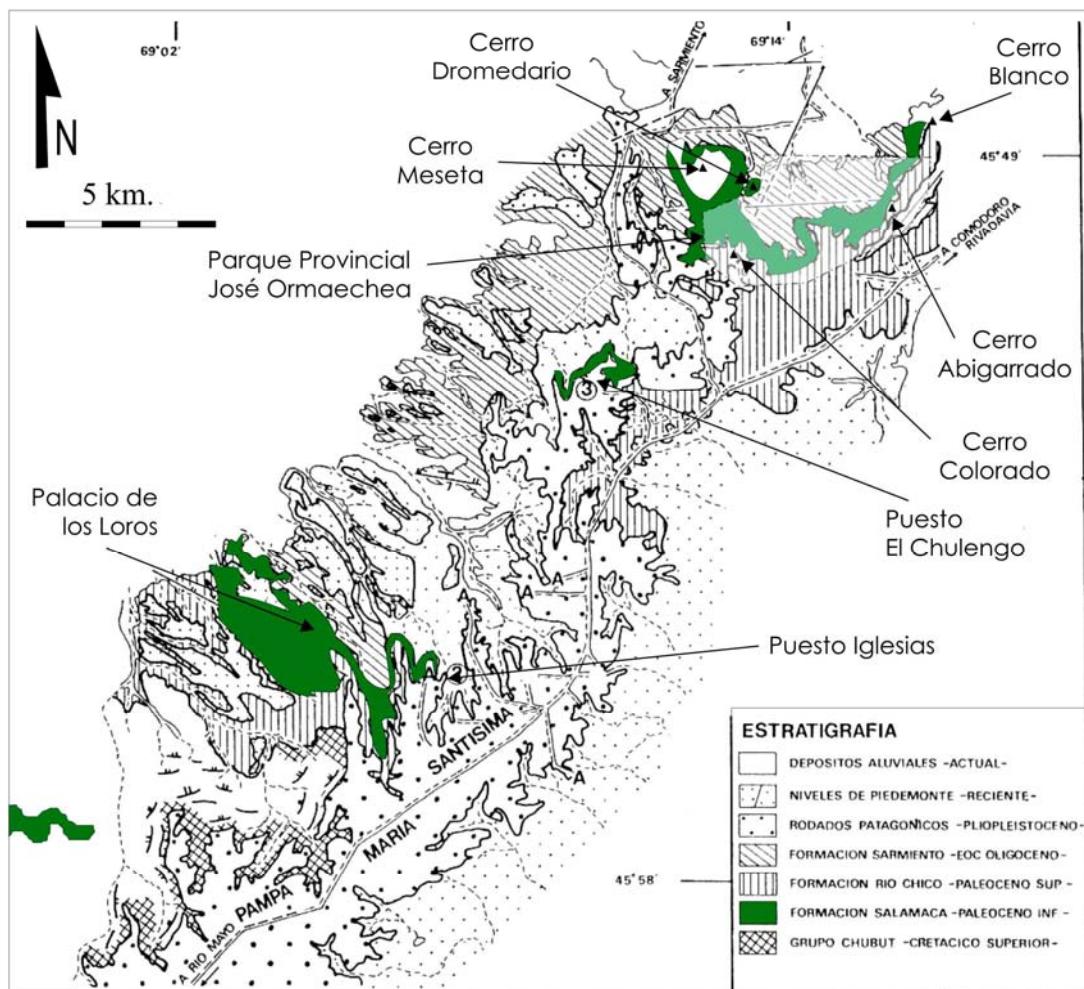
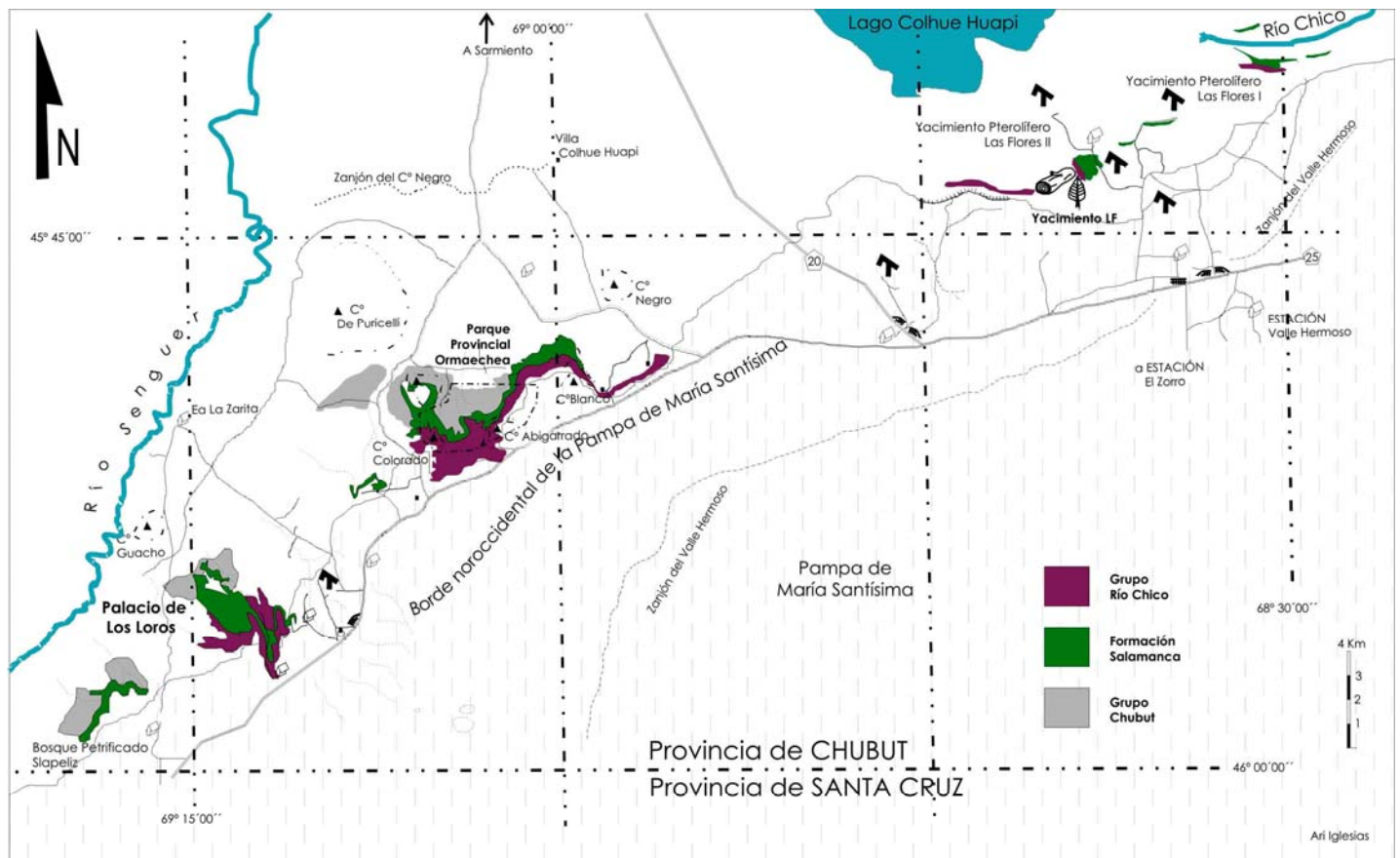


Figura 6.3_ Relevamiento geológico afloramientos con buena exposición del Grupo Chubut, Formación Salamanca y Grupo Chubut, en la región en estudio. Abajo: detalle del sector sudoccidental de la zona en estudio (extraído de Martínez, 1992) Arriba: Mapa regional.

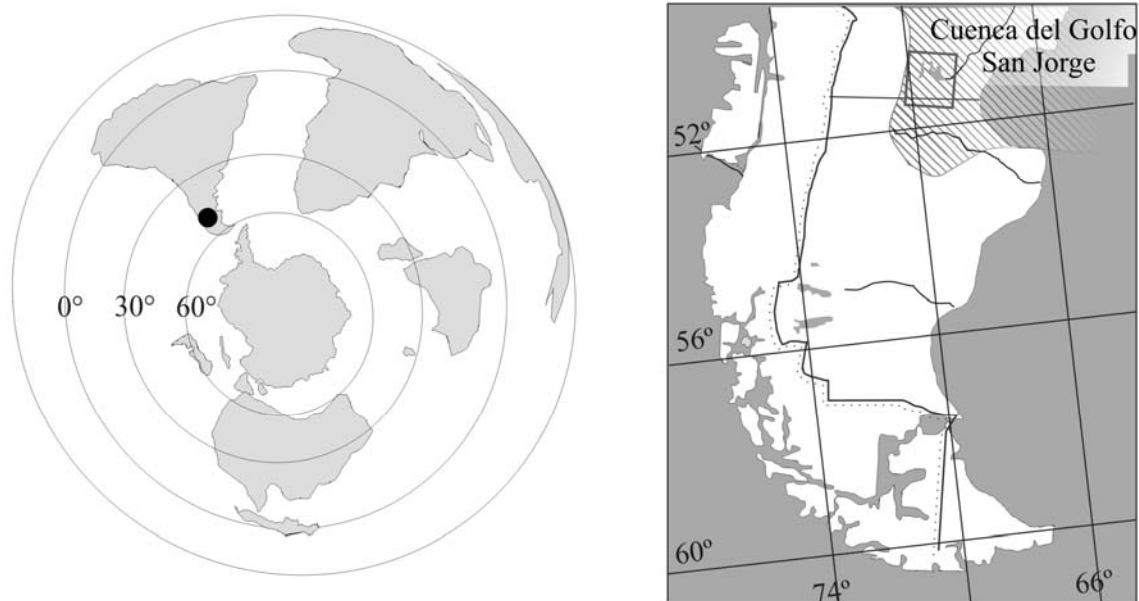


Figura 6.4_ Reconstrucción y ubicación paleogeográfica de Patagonia y la región en estudio, transformando las coordenadas geográficas en paleocoordenadas, utilizando el *software online plate reconstruction service* del “Ocean Drilling Stratigraphic Network” (2004), con las líneas de las costas actuales.

Estratigrafía de la Cuenca del Golfo San Jorge:

La Cuenca del Golfo San Jorge corresponde a una de las “Provincias Geológicas Argentinas” situada en la región central patagónica, desarrollada dentro de las provincias de Chubut y norte de Santa Cruz. Geológicamente se encuentra limitada en el norte por el Macizo Norpatagónico y en el sur por el Nesocratón del Deseado. Hacia el oeste los sedimentos de la cuenca se extienden hasta la Sierra de San Bernardo y hacia el este continúan en la Plataforma Continental Argentina (Figura 6.1). La estratigrafía de la Cuenca del Golfo San Jorge es relativamente homogénea en toda su extensión; sólo a comienzos de la historia geológica de su formación, en el Jurásico medio a tardío, es donde las formaciones tuvieron desarrollo aislado. La estratigrafía general de la cuenca, se encuentra muy bien resumida en Uliana y Legarreta (1999).

El Basamento de la Cuenca del Golfo está constituido por diversos tipos de rocas metamórficas (gneiss, esquistos sericíticos, y anfibolitas) y rocas graníticas la cuales se encuentran a profundidades que varían entre 500 y 1.750 m., es decir en zonas próximas al borde de la cuenca (Sciutto, *et al.*, 2000). Si bien el análisis del basamento Paleozoico escapa a la evolución e historia geológica de la Cuenca del Golfo San Jorge, amplias discusiones se pueden encontrar en: Lesta, *et al.*, 1980; De Giusto, *et al.*, 1980; Page, *et al.*, 1984; González, 1984; Andreis, *et al.*, 1985.

En la región Occidental de la Cuenca del Golfo San Jorge, en donde se encuadra este trabajo, la estratigrafía se desarrolla de la siguiente manera, desde los depósitos más antiguos a los más jóvenes:

1. En las inmediaciones de las localidades de Laguna Palacios, Manantiales Grandes y al norte del lago Colhue Huapi (en el sondeo CBo.es-1, Cañadón de los Boers) se ha constatado, en subsuelo, la presencia de una sucesión de hasta 700 m. de espesor, compuesta por fangolitas y limolitas oscuras, carbonosas, asociadas a areniscas tobáceas y tobas verdosas silicificadas, conteniendo restos de invertebrados marinos como *Pecten coloradoensis* y otros bivalvos. Las ocurrencias de microplancton y de polen sugieren una antigüedad Jurásico temprano (Uliana y Legarreta, 1999), lo cual correspondería al relleno sedimentario más antiguo para la cuenca. Las interpretaciones de subsuelo (Ferello y Lesta, 1973) indican que estas rocas del Lías, representan el relleno de cuencas del tipo hemigraben limitadas por fallas.
2. **Grupo Chon Aike** (Lesta y Ferello, 1972): esta unidad se corresponde con lo que Feruglio (1948) reconociera como **Complejo Porfírico de la Patagonia Extraandina**. Se trata de

ignimbritas riolíticas y lavas andesíticas y traquibasálticas, brechas, tobas porfiríticas brechosas, asociadas a areniscas y conglomerados. En el límite entre las provincias de Chubut y Santa Cruz. También se han identificado interposiciones de brechas y conglomerados volcánicos, lavas y filones capa designados como **Complejo Volcánico Synrift** (Barcat, *et al.*, 1989). Este grupo ha sido tradicionalmente referido al Mesojurásico inferior (Bajociano - Bathoniano), sobre la base de su posición estratigráfica (Stipanovic, 1957; Lesta y Ferello, 1972), y a partir de dataciones radimétricas K/Ar de 160 ± 10 ma. (Cortiñas, 1984) y $167,00 \pm 5,00$ (Sciutto, 2000).

3. **Formación Aguada Bandera** (Lesta, *et al.*, 1980) y **Formación Manantial Pelado** (Fernández Garrasino, 1976): si bien representan al Jurásico superior, en la región sólo se reconocen en subsuelo donde son asignables al Oxfordiano-Tithoniano hasta infra-Neocomiano, sobre la base de un control bioestratigráfico no siempre concluyente (Sciutto, 2000). Las mismas corresponden a potentes secuencias pelíticas oscuras de centenares de metros, interpretadas como de fondos lacustres euxínicos (Barcat *et al.*, 1989), con faunas de ostrácodos, conchostracos y foraminíferos atribuidas al Malm (Laffitte y Villar, 1982), y palinomorfos del Cretácico inferior (Archangelsky, *et al.*, 1984). Sus sedimentitas corresponden a depósitos lacustres y al relleno inicial de la cuenca, representando una etapa de rift tardío. Como el espesor de la unidad decrece desde el oeste hacia el este, se considera que la paleopendiente fue hacia el océano Pacífico (Sciutto, 2000).
4. **Formación Cerro Guadal** (Ferello y Lesta, 1973): consiste en 300 m. de fangolitas y limolitas grises, con intercalaciones de vaques de grano fino, fangolitas carbonosas y areniscas blanquecinas, siendo el conjunto rico en materiales piroclásticos (Clavijo, 1986). Para la región sólo se reconoce en el subsuelo de la zona más austral (dentro de la Provincia de Santa Cruz) y no se han rescatado fósiles con valor cronoestratigráfico. Considerando la antigüedad de los intervalos que la confinan por encima y por debajo, y la correlación con unidades acumuladas en ámbitos vecinos de la Cuenca Austral (Formaciones Río Mayo y Katterfeld), se infiere una edad Valanginiano o Valanginiano-Hauteriviano (Barcat, *et al.*, 1989; Fitzgerald, *et al.*, 1990). La porción proximal de los medios de acumulación se refleja como eventos sísmicos semi-continuos de gran amplitud, fuertemente imbricados, y con desarrollo localizado de terminaciones en *top lap*, que indican un efecto de progradación sedimentaria con arribo detrítico mayoritario desde el norte y el noreste (Fitzgerald, *et al.*, 1990).
5. **Formación D-129** (Lesta, 1968): recibió este nombre por haber sido atravesado totalmente en el sondeo D-129 por la compañía Shell en el yacimiento de petróleo de Diadema. En el área de estudio esta unidad posee 715 m. de espesor y ha sido reconocida en numerosos pozos

petroleros de la zona (Lesta, 1968). Originalmente fue propuesta para designar a las sedimentitas ubicadas entre el tope del Grupo Chon Aike y la base del Chubutiano. Corresponde al intervalo que contiene al grueso de las areniscas productoras de hidrocarburos, encontrándose sólo en subsuelo y ha recibido denominaciones como **Serie Tobífera calcáreo-oolítica** y **Complejo V**. Trabajos posteriores han seguido el criterio de referir a estas sucesiones Suprajurásico-Neocomiano con la designación más genérica de **Grupo Las Heras** (Lesta, *et al.*, 1980; Barcat *et al.*, 1989). Actualmente la Formación D-129 involucra sólo el tramo cuspidal, presumiblemente supra-Neocomiano, de la **Serie Tobífera calcáreo-oolítica** (Uliana y Legarreta, 1999). El desarrollo litológico típico está dominado por la presencia de pelitas y tobas, y niveles de areniscas de coloración gris oscura, a las que se asocian zonas de lutitas bituminosas y delgados niveles de caliza. Los niveles carbonáticos son típicamente descriptos como packstones oolíticos o pisolíticos, y con menor frecuencia como calizas algales, bioclásticas (ostracoditas), o macizas (Fitzgerald, *et al.*, 1990; Van Nieuwenhuise y Ormiston, 1989). Los equivalentes marginales hacia el norte de la cuenca, de carácter fluvial, son atribuidos a la **Formación Matasiete** y a la **Formación Los Alazanes** (Sciutto, 1981; Clavijo, 1986), los cuales carecen de calizas oolíticas y de pelitas negras, y se presentan como sucesiones rojizas de fangolitas, areniscas relativamente espesas y lentes conglomerádicos que contienen troncos fósiles, zonas bioturbadas y niveles de concreciones de tipo tosca. Fósiles recolectados en la parte occidental de la cuenca sugieren un rango de antigüedad del Hauteriviano–Aptiano para las capas de la Formación D-129, estas evidencias incluyen presencia de palinomorfos (Archangelsky, *et al.*, 1984; Fitzgerald, *et al.*, 1990) y ostrácodos (Laffitte y Villar, 1982) en muestras de pozos, y ostrácodos no-marinos y Carofitas en afloramientos cercanos a la Sierra de San Bernardo (Cortiñas y Arbe, 1981; Hechem, *et al.*, 1987). Estudios en base a granos de polen, dinoflagelados y foraminíferos asignan una edad Barremiano-Aptiano (Archangelsky y Seiler, 1980).

6. **Formación Castillo** (Ferello y Tealdi, 1950) - **Formación Mina del Carmen** (Lesta, 1968): Estas unidades son equivalentes a los que los petroleros denominaban **Complejo IV, Tobas verdes** de Feruglio (1949), **Sección III (Tobas Verdes) del Chubutense**, de Vilela (1971), y **Serie del Castillo**, de González (1971). Se apoyan en concordancia sobre la Formación Matasiete, aunque mediante un contacto en general neto y la aparición brusca de una espesa sucesión de tobas de color verde, mientras que su tope es transicional a la Formación Bajo Barreal (Sciutto, 2000). Dichos niveles superan holgadamente los 1000 m. de espesor y se destacan por el predominio de tobas y tufitas claras de coloración en general gris-verdosa. La

presencia muy esporádica de cuerpos arenosos de índole lenticular es otro de los rasgos característicos que distingue a esta unidad de las supracretácicas. La **Formación Castillo** es una unidad eminentemente piroclástica, especialmente donde el espesor de la misma es reducido, revelando la presencia común de chalazolitas asociadas a bioturbaciones vegetales (paleosuelos) y a alteraciones ceolítica-analcímicas (Sciutto, 1981). La unidad está integrada por tobas amarillentas, tobas violáceas claras y areniscas gruesas, grises y verdosas, tobáceas, y fangolitas y tobas cubiertas por su propia meteorización arcillosa, mientras que hacia el este aparecen como afloramientos saltuarios con capas de tobas de coloraciones lilas, en bancos de 1,5 m. de espesor, lajosas, tobas blanquecinas, consolidadas duras, y fangolitas tobáceas amarillentas. Hacia el sur del área de trabajo, en la Provincia de Santa Cruz, la Formación Castillo engrana lateralmente con la **Formación Mina del Carmen**, caracterizada por la abundancia de depósitos piroclásticos especialmente en los niveles superiores, tales como tobas y tufitas varicolores, a veces alterado con materiales arcillosos y con ceolíticos de coloración rojiza (heulandita), con intercalaciones de bancos lenticulares de areniscas, las que suelen tener impregnaciones de hidrocarburos e incluso producción de petróleo y gas en algunos yacimientos. Evidencias paleontológicas apuntan a una edad Aptiano-Cenomaniano para la Formación Mina del Carmen, en base a ostrácodos y carofitas del Albiano hallados en capas consideradas como coetáneas con la Formación Castillo (Musacchio y Chebli, 1975) y a una edad senoniana interpretada para las faunas de dinosaurios contenidas en estratos ubicados por encima de la Formación Castillo (Bonaparte y Gasparini, 1978). Barcat, *et al.* (1984, 1989) ubican a esta unidad en la sección superior del Cretácico inferior (Aptiano-Albiano). En el sector de Sierra Silva, hacia el tope de la Formación Mina del Carmen, aparece una sección de tobas blanquecinas, arenosas, consolidadas, con inclusiones de biotita e intercalaciones gris verdosas de areniscas polimícticas, que transicionalmente pasan a la Formación Bajo Barreal (Sciutto, 2000). Esta sección, variable entre 30 y 100 m. de espesor es asignada a la base de la Formación Bajo Barreal por otros autores (Ferello, 1950).

7. **Grupo Chubut** (Lesta y Ferello, 1972) (= **Formation Chubutienne**, Ameghino, 1898; = **Chubutense**, Feruglio, 1948; = **Chubutiano**, Groeber, 1959; los petroleros denominaron a este conjunto como **Horizontes o Complejos I, II y III.**): se trata de una serie relativamente homogénea que alcanza los 2000 m. de espesor total, en la que alternan areniscas más o menos piroclásticas y fangolitas de tinte amarillento, gris y rojizo. Dado que estas unidades alojan numerosos yacimientos de petróleo y gas, y por ello constituyen la más conocida de las unidades Jurásico-Cretácico de la Cuenca del Golfo San Jorge. Sus afloramientos normalmente

acompañan a la Formación Castillo, aunque son regionalmente más extensos y discontinuos. Lesta (1968), reconoció distintas formaciones dentro de este grupo: en el flanco norte de la cuenca, identificó la Formación Comodoro Rivadavia y la Formación Yacimiento El Trébol; en el flanco sur reconoció la Formación Cañadón Seco y la Formación Meseta Espinosa; y finalmente, sobre el sector occidental de la cuenca, reconoció la Formación Bajo Barreal y la suprayacente Formación Laguna Palacios. La **Formación Bajo Barreal** (= **Tobas grises** de Feruglio, 1949; **Serie del Bajo Barreal** de González, 1971; y **Sección IV -Tobas Grises- del Chubutense** de Vilela, 1971) se presenta conformando lomadas redondeadas, a veces del tipo *bad lands*, en bancos medianos a gruesos, estratificados y semicubiertos por capas arcillosas hidratables, como producto de la meteorización de materiales primariamente piroclásticos. Constituida por bancos de conglomerados rojizos, con rodados polimícticos bien redondeados e intercalados con niveles de areniscas gruesas de coloración rojiza a rosadas y verde claras, friables, muy gruesas. Las mismas alternan con conglomerados y arcillitas rojizas claras, grises, blanquecinas, amarillo ocre o castañas claras, poco consolidadas y generalmente cubiertas por las costras de alteración arcillosa. Los materiales piroclásticos, tales como tobas y chonitas, se encuentran muchas veces alterados, conformando fangolitas y arcillitas con alto contenido en argilominerales expandibles, del tipo de las montmorillonitas. La sección superior se caracteriza por 20 m. de tobas grises amarillentas intercaladas con capas arcillosas, semejantes a las de la Formación Laguna Palacios, pero que aquí no está presente, debido a cambios de facies o faltante de la sección superior. El espesor es variable, ya que está limitado por una superficie erosiva en su tope. En el sector noroeste del brazo norte del lago Colhue Huapi se han medido 450 m. de espesor, mientras que en el tramo superior del Río Chico afloran unos 50 m. pero sin exponer su base. Su espesor promedio, en afloramiento, se estima en unos 150 m. para el sector noroccidental, sin embargo dicho espesor se incrementa considerablemente en el subsuelo, especialmente hacia el sur y sureste (Sciutto, 2000). Desde el punto de vista paleontológico, esta unidad es importante por los grandes saurópodos que se han exhumado (Feruglio, 1949; Bonaparte y Gasparini, 1978). La **Formación Laguna Palacios** (= **Tobas Amarillas**) caracteriza la zona marginal de la cuenca y se presenta dominada por apilamientos de paleosuelos con alto contenido de trizas vítreas y material piroclástico, de tonalidades amarillo-blanquecinas. Los equivalentes más distales registran un aumento en el contenido de fangolitas y areniscas dispuestas en lentes y estratos tabulares con entrecruzamientos (Roll, 1938; Sciutto, 1981; Hechem, *et al.*, 1990; Fitzgerald, *et al.*, 1990). Esta unidad se encuentra fuera de los límites del

área de este trabajo, tanto en el ámbito de la Sierra de San Bernardo como en el norte de la Provincia de Santa Cruz.

8. **Formación Salamanca** (Lesta y Ferello, 1972). El nombre de “**Salamanquense**” fue utilizado por Ihering (1903), aunque el nombre que el autor propuso fue “**Salamancanéen**”, el cual se transformaría en “**Salamanquéen**” (Ameghino, 1906) y finalmente derivaría en “**Salamanqueano**” (Feruglio, 1949). Una mayor extensión sobre la reseña geológica y paleontológica se encuentra en la Sección VI_5 de esta tesis.

Feruglio (1949), en los alrededores de Comodoro Rivadavia, diferenció cuatro miembros u horizontes para la Formación Salamanca. Dichos términos fueron y son actualmente utilizados con frecuencia en las publicaciones geológicas, mayormente por ser útiles en la prospección de subsuelo y en las perforaciones petroleras de la cuenca. Los miembros, en orden estratigráfico descendente, se detallan a continuación:

4. - **Banco verde**: areniscas glauconíticas de grano fino hasta muy grueso, que incluyen con frecuencia fragmentos de madera carbonizada, dientes de seláceos y, en la base, restos de moluscos marinos. Las areniscas alternan con intercalaciones arcillosas. Este banco es cubierto en concordancia por un nivel de arcilla gris oscura, hasta negra, llamado “Banco Negro Inferior”, el cual es considerado como horizonte basal del “Riochiquense” (Feruglio, 1949, = Grupo Río Chico)

3. - **Arcillas Fragmentosas**, o simplemente “**Fragmentosa**”: arcillas grises, algo endurecidas, de fractura concoide, las cuales contienen delgadas capas hasta bancos areniscosos o areniscosos–arcillosos de composición glauconítica. Encierran fósiles marinos como escamas y dientes de peces, colonias de briozoos, valvas de braquiópodos y especialmente de moluscos, los cuales son más abundantes en las intercalaciones areniscosos que en las arcillosas. Poseen una potencia de 130-140 m. y hace alusión al aspecto que presenta la unidad al secarse, la cual se transforma en trozos de superficies curvas, mostrando sus afloramientos con un aspecto característicamente fragmentado.

2. - **Glauconítico**.- areniscas glauconíticas finas y gruesas (mayormente en la base), en ocasiones con capas y lentes arcillosos, que contienen dientes de selacios y escasos restos de moluscos marinos. Su potencia es de 10-30 m.

1 - **Lignífero**.- arcillas grises en general de estratificación delgada, con velos y capas delgadas areniscosos que contienen abundantes restos carbonizados de vegetales, por lo común indescifrables, fragmentos de tallos, hojas de monocotiledóneas y dicotiledóneas y

más raramente frondes de helechos. La unidad se encuentra desprovista parcial o totalmente de fósiles marinos. Su potencia es de algunos metros hasta 15 ó 20 m.

Andreis, *et al.* (1975), en los afloramientos de la Formación Salamanca en la zona costera del Golfo San Jorge, establecieron dos miembros para la formación:

Miembro Bustamante (= Formación Bustamante, Simpson, 1941): sólo aflorante en la Localidad de Bahía Bustamante (Figura 6.1), donde se desarrolla sobre un basamento porfirico (Formación Chon Aike y/o Formación Marifil) en el sector NE de la cuenca. La unidad se caracteriza por presentar coquinas gris amarillentas con cemento esparítico en estratos tabulares y macizos, conteniendo frecuentemente clastos de hasta 5 cm. de pórfidos e ignimbritas. Esta secuencia fue reconocida por Windhausen (1924b) que fue atribuida al “Rocanense” (Formación Roca) en base a su composición y características de la microfauna (Wichman, 1921; Groeber, 1929; Celeste, 1940, Feruglio, 1949). Estos niveles fueron considerados por Andreis, *et al.* (1975), como correspondientes a facies laterales de la trasgresión Cretácico más superior – Daniano, representando la facies laterales de playa de un mar de circulación abierta.

Miembro Hansen: involucra al “Banco Verde” y al “Banco Negro Inferior” descriptos por Feruglio (1949), y corresponde a la mayoría de los afloramientos de la Formación Salamanca en el resto de la Cuenca del Golfo San Jorge. Este miembro se compone de sedimentos clásticos de coloraciones grises, en parte amarillento y/o verdoso, con estratificación poco conspicua, fina (20-50 cm.), de tipo tabular, a veces laminada, con aspecto fragmentoso (forma terrones de fractura concoide). En la porción más alta ocurren psamitas medianas glauconíticas verdes, en parte enrojecidas por meteorización, friables y con artesas, con una especie de *Ostrea* muy similar a las pertenecientes al Banco Verde (Andreis, *et al.*, 1975), el cual constituye un buen nivel guía para la Formación Salamanca, en los afloramientos de la región costera. Sobre los bancos psamíticos verdes se dispone el “Banco Negro Inferior”, conformado por arcillita negra maciza, que hacia el techo y la base pasa a coloraciones grisáceas portando troncos silicificados (Andreis, *et al.*, 1975). También se registró la presencia de un nivel de toba fina con bio-perforaciones verticales, limonitas color rosado-amarillento y estratos endurecidos, interpretados como paleosuelos (Andreis, *et al.*, 1975). Andreis (1977) reconoce el Miembro Hansen en el área de Cañadón Hondo (Figura 6.1), dividiéndolo en tres secciones: La **Sección inferior:** (20 m.), compuesta por psamitas glauconíticas friables, finas y medianas, con lentes conglomerádicos polimícticos, correlacionable con el Banco Verde de Feruglio (1949). En el Cerro Abigarrado este banco es el portador de los troncos petrificados. **Sección media** (15

m.), compuesta por psamitas finas a gruesas, limolitas macizas de coloraciones gris-castaño, a veces rojizo. La **Sección superior** (14 m.), principalmente de composición pelítica-fragmentosa presenta abundante bioturbación. En dicha sección desarrolla un nivel de piroclastitas blancas finas a gruesas (lapilli), considerado como un horizonte guía local, que en Bajada de Hansen-Bahía Bustamante (Figura 6.1) están interestratificados con arcillas negras siendo correlacionable con el Banco Negro inferior de Feruglio (1949). Andreis (1977), realiza una datación K/Ar sobre una toba vítrea en el tope del Miembro Hansen, dando resultados de 61 ± 5 ma. (K: 1,24% y Ar^{40} rad: $0,397 \times 10^{-10}$ mol/g), que correspondería a la única datación radimétrica, hasta el momento, proveniente de sedimentitas de la formación (Ver Sección VIII).

Relaciones estratigráficas: existe un consenso general en admitir en su base una marcada discordancia regional (Lesta, *et al.*, 1972), ya indicada como una superficie de erosión por Feruglio (1948, 1959), asignada al límite Cretácico-Terciario para la región (Feruglio, 1938). Andreis, *et al.* (1973) y Chebli, *et al.* (1975) puntualizan su pasaje gradual desde los términos superiores del Grupo Chubut, en la región central de la Provincia homónima, reconociendo una serie de “pulsos” intermitentes marino-continentales hasta que por último se reestablece definitivamente un régimen marino. A su vez indican que las relaciones en la base corresponden a una trasgresión marina que diseña una discordancia regional. En la región central de la Provincia del Chubut, y sólo localmente, Chebli, *et al.* (1975) reconocen discordancias erosivas netas (a veces subangulares) sobre sedimentitas y piroclastitas del Grupo Chubut. En la región del Cerro Pirámide, Legarreta y Uliana (1994) reconocen una paraconcordancia de la Formación Salamanca sobre el Grupo Chubut. Dicha superficie adquiriría considerable relieve en el borde de la cuenca, hacia el oeste del Río Deseado, asociado a una disposición en *on-lap* (Legarreta y Uliana, 1994). También se observa una discordancia marcada disponiéndose la Formación Salamanca sobre vulcanitas de la Formación Cañadón Asfalto (Jurásico medio), en el sector noreste de la cuenca, tanto en las zona de Bahía Bustamante (Andreis, *et al.*, 1975) como en el área de Dique Ameghino (Rodríguez y Panza, 2003). La misma demarcaría el margen para la Cuenca del Golfo San Jorge e indicaría la restricción para la depositación más septentrional de los sedimentos del Paleoceno. En las nacientes del Río Chico la Formación Salamanca se asienta directamente sobre sedimentos de la Formación Bajo Barreal, como en toda el área de estudio de esta tesis; o bien sobre un manto lávico intercalado en la parte superior de dicha unidad (Feruglio, 1949), el cual fue datado, por Marshall, *et al.* (1981) en $64,0 \pm 0,8$ ma. y $62,8 \pm 0,8$ ma. correspondientemente. En el techo de la Formación Salamanca, también se admite una relación discordante con la Formación Río Chico (Lesta, *et al.*, 1980). En la Pampa de María

Santísima, Martínez (1992) reconoció una concordancia aparente con la Formación Río Chico. Chebli y Serraiotto (1974) reconocen una concordancia entre la Formación Salamanca y la Formación Puesto Manuel Arce, en la Sierra del Guanaco. Muchos autores han identificado a un potente estrato limo-arcilloso como uno de los niveles más ampliamente distribuidos en la cuenca, correspondiente al Banco Negro Inferior de Feruglio (1949), ya sea como la última sección de la Formación Salamanca (Andreis, *et al.*, 1975; Zamaloa y Andreis, 1995) o como la primera de la Formación Río Chico (Feruglio, 1949). El Banco Negro Inferior se ha registrado en todos los afloramientos de la cuenca que permiten observar la transición entre la Formación Salamanca y la Formación Río Chico; la excepción la cumple el margen más septentrional de la cuenca en los afloramientos del margen norte del Río Chubut, en las cercanías de Dique Ameghino (Rodríguez y Panza, 2003; Brea, *et al.*, 2007), en el Cerro Bororó (Andreis, *et al.*, 1973), y en Punta Peligro donde la Formación Peñas Coloradas erodó al Banco Negro Inferior. Las características de homogeneidad facial, gran extensión lateral y potencia del Banco Negro Inferior, le ha otorgado la característica de ser considerado como un valioso nivel guía para toda la cuenca. Otros bancos pueden considerarse localmente guías y ayudan en la reconstrucción estructural (Díaz, 1953).

Espesor de la Formación Salamanca: el máximo espesor conocido es de 200 m. y ha sido registrado en el subsuelo de los alrededores de Comodoro Rivadavia (Feruglio, 1949). Wichman (1921) midió 240 m. en un pozo cercano a Comodoro Rivadavia (Camacho, 1954). Feruglio (1949) midió 60-70 m. en el valle superior del Río Chico, 90 m. en el sur del lago Colhue Huapi y 35 m. en el norte del mismo lago. Asimismo, dicho autor, también estableció espesores de 35-38 m. en el Cerro Abigarrado y 10 m. en Palacio de los Loros, mientras que Bellosi, *et al.* (2000) midieron 45 m. en la Pampa de María Santísima. Los espesores diferenciales de las unidades estratigráficas se organizan decreciendo en potencia hacia el oeste, debido al ladeo tectónico regional hacia el este que sufrió la cuenca con posterioridad al Cretácico superior (Urien y Zambrano, 1973).

Legarreta y Uliana (1994) realizaron un estudio minucioso de la estratigrafía Cretácico superior-Terciario de la Cuenca del Golfo San Jorge, y una revisión de las supuestas edades asignadas a las diferentes unidades estratigráficas. Establecen que la porción más inferior de la Formación Salamanca, en el centro de la cuenca y en *off-shore*, poseen una edad Maastrichtiana y sería correlacionable, en parte, con lo que Wilckens (1907) llamara piso San Jorgiano (“San Jorge Stufe”) o “Luisaense” o “Sehuense” (Windhausen, 1918; Feruglio, 1949), originalmente postulados para asociaciones fosilíferas de la Cuenca Austral. Legarreta y Uliana (1994)

reconocen y limitan varias discontinuidades estratigráficas de carácter regional a lo largo de las sedimentitas del Terciario, que pueden ser clasificadas como secuencias deposicionales de segundo y tercer orden. Dos de ellas ocurren en la Formación Salamanca: la más antigua corresponde al evento transgresional del “mar salamanqueano” sobre las sedimentitas continentales supracretácicas del Grupo Chubut, en disposición paraconcordante. Legarreta y Uliana (1994) indican una edad de 71 ma. para este límite en base a sondeos de *off-shore*, y reconocen una superficie de incisión erosiva, que registra desniveles de alrededor de 10 m. en la zona de Cerro Pirámide. La segunda discordancia regional que muestran los mismos autores para estos paquetes sedimentarios, corresponde a una gran discontinuidad intraformacional de la Formación Salamanca datada en 63 ma., que reconocen en sísmica de *off-shore* y relacionan a ella la formación, en Punta Peligro (Figura 6.1), de areniscas estuáricas en el Banco Verde de Feruglio (1949).

Distintas líneas de evidencia, que incluyen estudios de microfloras y observaciones de superficie y subsuelo, señalan que la regresión ocurrió en forma escalonada en el curso de cuatro secuencias deposicionales representadas por términos medio y superiores de la Formación Salamanca y la parte basal del Grupo Río Chico o Formación Peñas Coloradas (Legarreta y Uliana, 1994). El descenso poco marcado del mar, que parece haberse completado hacia el Paleoceno inferior (Legarreta y Uliana, 1994; Martínez, 1988), se correlaciona con los descensos señalados por Vail, *et al.* (1977) para los mares epicontinentales en numerosas cuencas del mundo.

9. **Grupo Río Chico** (Legarreta y Uliana, 1994) (=Formación Río Chico de Simpson, 1933 y 1935; **Riochiquense** de Feruglio, 1949; **Pehuenche** de Windhausen, 1924b): Se caracteriza, en general, por presentar tonalidades rojizas y amarillentas con niveles oscuros (Bancos Negros) más intensos que las capas infra y suprayacentes, con bancos psamíticos y conglomerádicos gruesos y tobas abigarradas con arcillas y bentonitas, con potencias de 50 a 300 m. (Feruglio, 1949).

Andreis, *et al.* (1975) dividen a la “Formación Río Chico” en dos miembros: El **Miembro Las Violetas** (inferior), está constituido principalmente por psamitas y piroclastitas de segundo ciclo y conglomerados volcánicos finos, con fenoclastos de tobas y pumicitas. Hacia la parte superior la presencia de bentonitas es más frecuente. La estratificación, por lo general, es de tipo tabular mostrando abundancia de estructuras en artesas de escala mediana. El aspecto tabular de la estratificación se acentúa hacia los términos superiores a causa de la aparición de niveles edafizados que se manifiestan como bancos resistentes de tonalidades castaño rojizas y gris—

morada. En la zona de Bahía Bustamante (Figura 6.1), el Miembro Las Violetas contiene un nivel de troncos permineralizados. El pasaje entre la Formación Salamanca y el Miembro Las Violetas es mediante una discordancia erosiva, aunque en ciertas secciones, es confuso debido principalmente a la discontinuidad de los afloramientos (Andreis, *et al.*, 1975). El **Miembro Visser** (superior) se caracteriza por la naturaleza epiclástica de sus psamitas, con coloraciones rojizas, rosadas o amarillentas hasta grisáceas, y por la composición arcósica de sus psamitas y psefitas. Se ubica por encima del Miembro Las Violetas, o directamente sobre la Formación Salamanca mediante una superficie erosiva. El techo es muchas veces difícil de distinguir por pasar transicionalmente a las capas de las tobas de la Formación Sarmiento y por presentarse cubierto por detritos o por material arcilloso con su característico aspecto en *bad-lands*. La sección basal del Miembro Visser es de granulometría psamítica gruesa, hasta psefítica fina, de color predominantemente rojizo, caracterizada por capas tabulares y lenticulares con frecuente estratificación entrecruzada tangencial simple, planar y cóncava de gran escala (Andreis, *et al.*, 1975). La sección superior es más potente, de tonalidades más claras (rosada amarillenta, gris verdosa) y se caracteriza por un marcado ritmo bandeado psamítico-arcillítico y aumento notorio de la participación de materiales pelíticos. Andreis, *et al.* (1975) identifican tres niveles de leños permineralizados en el Miembro Visser, a los que se les asocian otros restos vegetales. De uno de esos niveles Brea y Zucol (2006) describen un nuevo género fósil en base a un leño permineralizado.

El Grupo Río Chico es importante por su contenido en faunas de mamíferos. Los registros comenzaron con F. Ameghino (1985) con hallazgo de restos de *Pyrotherium* y otras 40 especies que fueron erróneamente atribuidas al Cretácico. C. Ameghino diferenció los distintos estratos de faunas y ubicó al de *Pyrotherium* como uno de los más jóvenes. Feruglio (1931) separó al Riochiquense y lo consideró Terciario, y Simpson (1932, 1935), determinó otros restos de mamíferos y los asignó al Paleoceno superior. En base a la ubicación de los hiatos y sus edades, Legarreta y Uliana (1994) reconocen que las faunas del Banco Negro Inferior (Edad mamífero sudamericano Peligrense; Gelfo, 2006) y de las zonas de *Carodnia* y *Kibenikoria* (en un período comprendido entre la edad mamífero sudamericano Peligrense e Itaboraiense, Simpson, 1935; Pascual y Ortiz Jaureguizar, 1990; Bond *et al.*, 1995) se encuentran alojados en paquetes de capas separadas por discontinuidades estratigráficas de alto orden. En base a las faunas de mamíferos y características litoestratigráficas, en el Grupo Río Chico se han definido tres unidades estratigráficas bien diferenciables a escala regional: la **Formación Peñas Coloradas**, dispuesta sobre el “Banco Negro Superior” (Feruglio, 1949), que posee una fauna de mamíferos

correspondiente a la zona de *Carodnia* (Simpson, 1935) y que fue datada en Bajo Palangana y Cerro Redondo, en ~59.0 ma. (Unidad 4, Marshall, *et al.*, 1997). La **Formación Las Flores** corresponde a una unidad en la sección media del Grupo Río Chico, cuya fauna corresponde a la zona de *Kibenikoria* (Simpson, 1935) fue datada en ~58.0 ma. (Marshall, *et al.*, 1997) y correlacionada con la edad mamífero sudamericano Itaboraiense (Bond, *et al.*, 1995). La unidad superior del Grupo Río Chico, corresponde a la **Formación Koluel Kaike** Feruglio (1938) (=Argiles Fissilaires de Ameghino, 1906; Formación Koluel Kaike Piatnitzky, 1931; Tobas de Koluel Kaike, Feruglio 1938), la cual es claramente diferenciable a nivel regional por su composición piroclástica y por poseer un espesor promedio de 35 m., llegando a tener 50 m. en las inmediaciones del Cerro Blanco. Sin embargo algunos autores han considerado a esta una unidad de manera independiente (Piatnitzky, 1931; Feruglio, 1938). La base de las secciones de las Formaciones Las Flores y Koluel Kaike muestran incisiones amplias, con relieve de 2 a 3 m., rellenas por depósitos de acreción lateral del tipo epsilon (Legarreta y Uliana, 1994). Fuera de estas canalizaciones, las discontinuidades no son conspicuas y sólo se destacan por cambios de coloración.

Legarreta y Uliana (1994) muestran una discontinuidad estratigráfica dentro del Grupo Río Chico, que estaría representada por el relieve erosivo de los depósitos rojizos canalizados que caracterizan a la Formación Peñas Coloradas, sobre los estratos tabulares de los “bancos negros”, llegando inclusive a erodar el piso del Banco Negro Inferior, mientras que hacia arriba la erodación no se hace tan evidente. Los mismos autores, proponen que esta discordancia habría ocurrido alrededor de los 60 ma. En la campaña realizada en el 2003, se pudo contabilizar hasta 15 m. de erodación de los sistemas canalizados sobre los estratos tabulares correspondientes a los “bancos negros”.

10. **Grupo Sarmiento o Grupo Tobas de Sarmiento** Simpson (1941) (Camacho, 1967; Yrigoyen, 1969; Pascual y Odreman, 1971, 1973; Andreis, 1972, 1977; Andreis, *et al.*, 1975; **Formación Sarmiento o Tobas de Sarmiento**, Feruglio, 1938; “**Capas con *Notostylops***” Ameghino, 1906): consiste esencialmente en tobas cineríticas y bentoníticas blancas, o de tonos muy claros de amarillo, verdoso, rosado, etc., en gran parte muy deleznales, generando barrancos y paisajes de *bad lands*. El pasaje desde el Grupo Río Chico se reconoce como gradual o marcado por una discordancia (Feruglio, 1949). Se caracteriza por presentar frecuentemente niveles continuos de concreciones de manganeso de hasta 10 cm. de diámetro. Según Andreis, *et al.* (1975) el Grupo Sarmiento se diferencia de los sedimentos del Grupo Río Chico por su coloración predominantemente amarillenta muy pálida a blanquecina, por su aspecto

piroclástico y por la disminución progresiva de la granulometría. La litología es principalmente limosa arcillosa (chonítica - bentonítica), y se caracteriza por su homogeneidad a través de toda la secuencia. En la zona de la actual costa del Golfo, la Formación Sarmiento contiene los restos más antiguos de mamíferos de edad Casamayorensis (Edad Vacaense; Cifelli, 1985). Estos fósiles ocupan una posición estratigráfica próxima a los niveles superiores del Grupo Río Chico e incluyen formas arcaicas de “*Enestokokenia zone*” (Cifelli, 1985). A pesar de su aspecto local sin relieve, superficies en el tope y dentro de la Formación Sarmiento son correlacionadas con discontinuidades sísmicas, algunas de las cuales aún no han sido evaluadas como hiatos (Legarreta y Uliana, 1994). Feruglio (1949), indicó que los contactos basales abruptos de carácter erosivo y con resedimentación del yacimiento en las localidades de Gran Barranca y Cerro Blanco (Figura 6.2). Los términos inferiores de la Formación Sarmiento son atribuidos a la edad Casamayorensis (Simpson, 1940), mientras que las secciones superiores fueron atribuidas al Barranquense (Cifelli, 1985). Pascual, *et al.* (1965) subdividieron al Grupo Sarmiento en formaciones equivalentes a las unidades cronoestratigráficas por ellos definidos, en: Casamayor, Musters, Deseado y Colhue Huapi. Andreis (1977) intenta una revisión de tipo litoestratigráfico para las unidades propuestas por Pascual, *et al.* (1965), y propone dos unidades estratigráficas en Cañadón Hondo: Formación Cañadón Hondo y Formación El Sol. Spalletti y Mazzoni (1979) realizan otra revisión en la zona oeste de la cuenca y proponen tres miembros: Miembro Gran Barranca, Miembro Puesto Almendra y Miembro Colhue Huapi.

11. En la Cuenca del Golfo, por sobre la Formación Sarmiento se desarrolla el **Patagoniano** y el **Suprapatagoniano**, que evidencian pulsos intermitentes de ingresión marina de edad Mioceno-Pliocenos, pero que nunca alcanzan al área de trabajo. Estratigráficamente, en el área de trabajo, posteriormente a la depositación de la Formación Sarmiento, ocurren derrames basálticos del Oligoceno-Mioceno y Plio-Pleistoceno (Linares y González, 1990), que otorgan resistencia a los montes sobreelevados de la región (Ej. Cerro Tortuga, Cerro Dragón, Cerro Negro, Cerro Pico Oneto, Cerro Guacho, Cerro de Purichelli, entre otros) y pequeñas elevaciones verticales correspondientes a los relictos de erosión de cuellos volcánicos (*neck*).

Como forma práctica para el estudio de la sedimentación en la Cuenca del Golfo se puede subdividir a la misma en cuatro sectores (Figura 6.1). Este estudio se centra en el sector occidental de la Cuenca del Golfo San Jorge (Figura 6.1 y 6.2), incluyendo los yacimientos de las barrancas septentrionales de la Pampa de María Santísima desde el codo del Río Senguer al sur del Lago Colhue Huapi y tramo superior del Río Chico, para la cual, se han verificado las unidades formacionales según orden geocronológico en la Tabla VI_1.

	FERUGLIO, 1949	ANDREIS, <i>et al.</i> , 1975 ANDREIS, 1977		LEGARRETA Y ULIANA, 1994
Basaltos y necks			Mioceno-Pleistoceno	
FORMACIÓN SARMIENTO		Formación CAÑADÓN HONDO	Eoceno	Discordancia Angular
GRUPO RÍO CHICO	TOBAS DE KOLUEL KAIKE	MIEMBRO VISSER (80 m)	Eoceno inferior (?) a Paleoceno superior	Discordancia Erosiva
	Formación LAS FLORES Formación PEÑAS COLORADAS		Paleoceno superior	Discordancia Erosiva
		MIEMBRO LAS VIOLETAS (27 m)		
(?)	BANCO NEGRO	MIEMBRO HANSEN	Paleoceno superior a Paleoceno inferior	
(?)				
FORMACIÓN SALAMANCA	BANCO VERDE			
	FRAGMENTOSA			
	GLAUCONÍTICO LIGNITÍFERO	MIEMBRO BUSTAMANTE	Maastrichtiano- Daniano	Discordancia Erosiva
GRUPO CHUBUT	Formación BAJO BARREAL		Cretácico superior	
Formación CASTILLO / MINA DEL CARMEN	Formación CASTILLO	(en Subsuelo)	Aptiano- Cenomaniano	Discordancia Erosiva
Formación POZO D-129			Hauteriviano-Aptiano	Discordancia Erosiva
Formación AGUADA BANDERA / MANANTIAL PELADO			Jurásico superior	
Grupo Chon Aike			Mesojurásico inferior	

Tabla VI_1. Resumen de estratigrafía y edades para sector Occidental de la Cuenca del Golfo.

Historia Geológica de la Cuenca del Golfo San Jorge

Los primeros trabajos a nivel regional se deben a Windhausen (1924a, 1924b, 1931), Roll (1938) y Feruglio (1948, 1949). Pese a las limitaciones en la década de 1960, los trabajos a escala regional de la cuenca realizados (Lesta, 1968; Lesta y Ferello, 1972) proporcionan datos relativamente detallados y consistentes de la sedimentología y de los principales episodios de acumulación. Los estudios realizados en la década de 1980 introdujeron una perspectiva adicional, sustentados en la consideración de secciones sísmicas de reflexión, hicieron posible una correlación de mayor consistencia, expandieron la interpretación más allá del área con control de pozos, y proveyeron criterios adicionales para entender la sucesión de ambientes deposicionales y del desarrollo paleogeográfico (Urien y Zambrano, 1973; Brown, *et al.*, 1982; Barcat, *et al.*, 1989; Fitzgerald, *et al.*, 1990).

La historia geológica de esta cuenca, comienza con la ruptura de Gondwana en el Jurásico inferior-medio (180 ma.), donde ocurre el impacto de la pluma de Karoo (África), generando fenómenos de fallamiento y extensión en el área, tomando componentes transtensionales generados a lo largo de zonas de cizallamiento regional de orientación oeste-noroeste (Uliana, *et al.*, 1989; Storey y Alabaster, 1991). Durante el resto del Jurásico se produce la gran apertura del Golfo San Jorge mediante una tectónica extensional (Fitzgerald, *et al.*, 1990), que caracteriza la etapa de Rift temprano-tardío de la cuenca, dichos esfuerzos, produjeron un sistema de fallamiento en grabenes (fosas) y hemigraben orientados NW-SE (Uliana, *et al.*, 1985; Figari y Courtade, 1993) produciendo efectos de subsidencia diferencial sobre un basamento de diferente edad que permitieron la acumulación de sucesiones volcano-sedimentarias. Desde el Jurásico superior, el efecto de subsidencia regional promovido por disipación de la anomalía térmica, permitió una acumulación sedimentaria más extendida y de mayor interconexión, cuyo componente de lineamiento se desarrolló en sentido este-oeste (Lesta y Ferello, 1972), la cual caracteriza la etapa de SAG (subsidencia térmica) temprana de la cuenca. Para el Cretácico medio ya se reconoce claramente un sector occidental de drift atlántico. Durante el Senoniano la progresión del fenómeno de deriva continental, se manifestó en la cuenca como un efecto de ladeo regional hacia el este. Por tal razón, las acumulaciones supracretácicas se desarrollaron como depósitos cuneiformes que crecen en potencia hacia la actual costa del golfo (Urien y Zambrano, 1973). La fuerte subsidencia térmica que se evidencia en los sedimentos del Cretácico superior (Fitzgerald, *et al.*, 1990) y la regularidad de los espesores totales definen un patrón de tipo SAG (hundimiento térmico) que se aparta del estilo complejo para las unidades precedentes.

Hacia fines del Cretácico se evidencian en todas las cuencas Atlánticas fuertes incursiones marinas, que en ámbitos de la cuenca del Colorado llegan a relacionarse con la Cuenca Neuquina en

su porción sureste. En la Cuenca del Golfo San Jorge no se observa sedimentación marina para el Cretácico superior, más que en una porción al oeste del actual Golfo de San Jorge (Legarreta y Uliana, 1994). La cuenca logra una relativa baja tasa de subsidencia en el Paleógeno (Fitzgerald, *et al.*, 1990; Nocioni, 1993), observando secuencias de colmatación durante el Terciario. Aún así, para el lapso comprendido entre el Maastrichtiano y el Daniano, se observa una transgresión marina que prácticamente ocupó toda la cuenca sedimentaria, dejando un sello sedimentario característico en todos los perfiles, denominado generalmente como “El Salamanquense” o “Mar Salamanquense”, caracterizado por sedimentos glauconíticos con microfauna marina. A las sedimentitas marinas le continúa una sedimentación de carácter netamente continental que puede seguirse con ciertos hiatos de diferente magnitud (Legarreta y Uliana, 1994) hasta el Eoceno superior. El límite Paleógeno/Neógeno es marcado por superficies de condensación y erosión vinculadas a movimientos andinos mayores; es recién a principios del Neógeno donde ocurre un nuevo episodio de ingresión de un mar epicontinental, y se registran nuevos estratos sedimentarios de extensión regional.

Durante el Paleógeno más superior se produce la deformación compresiva producto de la subsidencia de la Placa Pacífica, que genera en el ámbito occidental de la cuenca, estructuras de fallamiento y suave plegamiento, generando la Sierra de San Bernardo. Aún así, el mayor levantamiento de los Andes ocurre posteriormente al Mioceno y, no es sino después de ello, que sus elevaciones imprimen una gran influencia en aspectos paleoclimáticos de la región y su flora (Barreda y Palazzesi, 2007).

VI_5. Reseña Geológica y Paleontológica de la Formación Salamanca:

Feruglio (1949) definió al “Salamanquense” de la siguiente forma: “El Salamanquense se extiende como un manto continuo en la región situada al oeste del Golfo de San Jorge, con un espesor decreciente hacia el oeste y el sur. En general transgrede sobre el Chubutense; queda separado del mismo mediante una superficie de erosión, guardando en extensiones no muy grandes, una posición más o menos paralela. Al norte de la Punta Matalinares y en el valle del Río Chico, el Salamanquense se asienta sobre la platea porfírica. Los afloramientos más extensos se encuentran en la franja costera entre el Pico Salamanca y Bahía Bustamante, y en el valle superior del Río Chico”. A esta breve descripción, se le debe adjuntar varios registros de afloramientos de estas sedimentitas, que ocurren mayormente en el centro y sur de la Provincia de Chubut y en algunos asomos del norte de la provincia de Santa Cruz; algunos muy saltuarios y otros, como los que interesan para el desarrollo de

esta tesis, que pueden observarse en forma más o menos continuos en el margen noroeste de la Pampa de María Santísima, desde el Río Chico hasta el codo del Río Senguer.

Ameghino (1897) reconoció capas marinas con fósiles característicos en la costa del Golfo San Jorge, en algún punto situado al noroeste del Pico Salamanca (ver Fig. 1). En un primer momento, éstas, habrían sido confundidas con el Patagoniense aflorante en Pico Salamanca (Méndez, 1966). El lugar preciso donde fueron extraídos los fósiles que permitieron diferenciar el Salamanquense no fue indicado con exactitud en ese momento. Ameghino (1987), logró diferenciar estos estratos basándose en la presencia de una especie de ostréido, definido como *Ostrea pyrotheriorum* (actualmente como *Odonthogryphea pyrotheriorum*, Ihering), epíteto que hacía referencia a la suposición, en aquel entonces, que las capas marinas en cuestión constituían intercalaciones en el complejo continental de los “estratos de *Pyrotherium*”, los cuales a su vez integraban con el “Piso Sehuense”, la “Formación Guaranítica” de F. Ameghino. Ameghino (1900), separa su “guaranítico marino” en dos secciones, siendo la inferior la portadora de *O. pyrotheriorum*. Sobre la costa actual del Golfo San Jorge, en las cercanías del Pico Salamanca, el “Salamanquense” aparece recién en Punta Peligro o Punta de las Ostras, unos quince kilómetros más al norte del cerro que da nombre a la unidad. Allí se suceden en forma saltuaria como numerosos afloramientos de variado desarrollo, formando una angosta faja costanera que llega hasta Bahía Bustamante. Sin embargo, tres breves referencias bibliográficas correctamente definidas por Méndez (1966) indican que la localidad del descubrimiento de la fauna habría sido Punta Peligro, y no el afloramiento costanero más cercano al Pico Salamanca. La primera referencia corresponde a Doello Jurado (1922), quien afirma: “Schiller tiene razón al decir que en el mismo Pico Salamanca no existen las capas de este nombre, o que al menos no es allí donde los primeros fósiles característicos fueron recogidos, C. Ameghino, a quien he pedido verbalmente una aclaración, me ha manifestado y autorizado a hacerlo público, que en realidad los fósiles que Ihering y F. Ameghino mencionaron como del Pico Salamanca proceden de unas dos o tres leguas más al norte, sobre la costa del Golfo San Jorge”. Otra referencia corresponde a Celeste (1940), quien expresa: “.....este error se explica, pues dichos autores quisieron encontrar el Salamanquense en el Pico Salamanca, distante, como ya he dicho, unas tres leguas de Punta Peligro, donde se halla el afloramiento típico de la Formación”. Finalmente Bordas (1945) opina: “Este término no ha sido empleado hasta ahora y he decidido usarlo porque, en el sentido mundial, el afloramiento marino que tiene por localidad típica Punta Peligro o Punta de las Ostras, es una “edad”: la edad Salamanquense”.

El Salamanquense es luego estudiado por Stappenbeck (1909) en la región SE de Chubut, y por Wichmann (1921) en el subsuelo de Comodoro Rivadavia.

Windhausen (1924a) describe por primera vez sedimentitas paleocenas en el interior del continente, con asomos del “Salamanquense” en el curso medio del Río Deseado y señala una localidad con niveles plantíferos, en el borde occidental de la Pampa de María Santísima al SE del Cerro Solo.

Roll (1938) amplía los afloramientos, e incluye las citas del ingeniero Brandmayr para los alrededores de la localidad de Las Heras (Figura 6.1), donde indica la presencia de dientes de tiburones.

Feruglio (1928, 1929) y Stessin (1929) dan los primeros registros sedimentarios de la ingresión atlántica.

Piatnitzky (1933, 1936) reconoce intercalaciones marinas en el Chubutiano (Grupo Chubut) y refiere un Salamanquense fosilífero en la Sierra Cuadrada y la Pampa de María Santísima. Fue Piatnitzky quien, en 1932, mandó el material de compresiones foliares que describiera Berry (1937).

Flores (1956, 1957) reconoce paquetes marinos en el centro de la Provincia de Chubut y lo adjudica al “Salamanquense”. Más tarde hace lo mismo Nakayama (1972, 1975).

Masiuk (1967) da a conocer los estudios en el curso inferior del Río Chico.

Lesta y Ferello (1972) realizan una de las primeras reconstrucciones paleogeográficas del mar Cretácico-Terciario para Argentina y formalizan la unidad sedimentaria nominándola: Formación Salamanca.

Chebli y Serraiotto (1974) reconocen que los asomos en el sector más Occidental de la Sierra del Guanaco, corresponden a una inflexión de la línea de costa del pasado, límite occidental de la ingresión marina del Paleoceno para esa latitud.

Andreis, *et al.* (1975) realizan un estudio estratigráfico y paleoambiental de las sedimentitas terciarias entre Pico Salamanca y Bahía Bustamante. Proponen una división en dos miembros para la Formación Salamanca en la localidad de Bajada de Hansen. Reconocen el Miembro Bustamante para los primeros 11 m. de sección; y el Miembro Hansen para los restantes 50-160 m. A su vez recomiendan la utilización del perfil de Bajada de Hansen como perfil tipo de la Formación Salamanca por su potente espesor aflorante y continuidad estratigráfica y establecen que el Miembro Hansen se habría depositado en un lapso de tiempo comprendido entre el Daniano y el Thanetiano.

Andreis (1977) realiza nuevas observaciones en el área de Cañadón Hondo y corrobora la presencia de las unidades litoestratigráficas mencionadas por Frenguelli (1936) y Feruglio (1949).

Chebli, *et al.* (1978) correlacionan los últimos 60-80 m. de la Formación Talquino, en la Sierra de San Bernardo, a la Formación Salamanca por la escasez y características de la microfauna,

aunque el límite más occidental de los sedimentos marinos de la Formación Salamanca corresponde a la falda oriental de la Sierra de San Bernardo.

Legarreta y Uliana (1994) realizan un minucioso estudio de las sedimentitas Terciarias del Golfo San Jorge, y una revisión de las edades y estratigrafía en la región.

Zamaloa y Andreis (1995) reconocen sedimentos con características de proximidad de costa en Laguna Manantiales, Provincia de Santa Cruz (Figura 6.1), considerado como extremo sur de los afloramientos de la Formación Salamanca.

Paleoambientes inferidos en la Formación Salamanca:

El límite Cretácico-Paleógeno en la Cuenca del Golfo San Jorge, así como en la mayoría de las cuencas atlánticas desarrolladas en Sudamérica, está contenido en una sucesión acumulada en el transcurso de un episodio de transgresión-regresión de carácter epicontinental (Irigoyen, 1969; Bertels, 1975, 1979). La Formación Salamanca ha sido referida generalmente a depósitos marinos desde plataforma interna hasta litorales (Chebli y Serraiotto, 1974; Andreis, 1975).

Feruglio (1949; p. 311) decía: “La posición sensiblemente paralela que el Salamanquense guarda con el Chubutense denota que el mar se extendió sobre un área llana y de capas subhorizontales. El manto salamanquense termina en bisel en el interior de la región del Golfo San Jorge, donde está representado, hacia el sur y el oeste por capas cada vez más recientes, hasta que se reduce a un banco arenoso-conglomerádico, el cual, junto con dientes de Selacios, encierra numerosos fragmentos y troncos silicificados, a veces gigantescos, pero nunca en su posición de vida. Hacia el interior, los dientes de Selacios desaparecen y sólo se encuentran troncos y fragmentos de árboles petrificados, en un depósito que corresponde probablemente a un delta marino”. Con esto, quedaba evidenciado, para áreas fuera del interior de cuenca, una sedimentación marina pero con sensible aporte de sedimento y restos vegetales desde el continente.

Chebli y Serraiotto (1974), en sectores del centro de la provincia de Chubut, reconocen dentro de la asociación de invertebrados marinos, un ostrácodo de agua dulce (*Ilyocypris* sp.), que denunciaría el aporte de aguas continentales. También indican que la presencia de arcillitas tobáceas, asociadas a conglomerados corresponderían a cuerpos de aguas continentales costaneros. Frenguelli (1936) también señaló una influencia fluvial por el hallazgo de una nueva diatomea de agua dulce (*Pinnularia feruglioi*).

Andreis, *et al.* (1975) reconocen a la Formación Salamanca como correspondiente a una sedimentación marina somera (de poca profundidad), en relativa estabilidad tectónica. La presencia de Glauconita, restos de invertebrados y microplancton sugirieron condiciones marinas salinas

normales. En el Perfil de Bajada de Hansen-Bahía Bustamante (Figura 6.1) reconocen: facies de mantos arenosos; facies de subzona infralitoral (hasta 45 m. bajo el nivel de mar) o albuférico-subácueo, mayormente pelítico con limonitas y arcillitas, macizas o poco laminadas; facies cercanas a la rompiente: barras submarinas paralelas a la costa, largas, de poca amplitud de marea; y facies ambientes albuféricos, alternadamente salobres y subácueos (llanuras de mareas), caracterizadas por pelitas negras con concreciones de carbonatos.

Andreis, *et al.* (1975) y Andreis (1977) reconocen para la sección inferior del perfil de Cañadón Hondo, un ambiente infralitoral conectado libremente con el mar, caracterizado por corrientes vigorosas, con formación de barras submarinas y zonas de rompiente, conclusiones a las que también habría llegado Frenguelli (1936) con estudios de diatomeas en areniscas glauconíticas de la sección inferior (Banco Verde). Andreis, *et al.* (1975), reconocen para la sección media de la Formación Salamanca, condiciones dinámicas más débiles, que parecen haber sido depositadas en una planicie arenosa de marea (*sand flats*), en condiciones débiles, alternantes de oxidación y reducción. Para la sección superior Andreis, *et al.* (1975) reconocen un ambiente de tipo albuférico muy extendido y poco profundo, con frecuente actividad de organismos cavadores y crecientes condiciones euxínicas, interpretan las intercalaciones de pelitas negras-psamitas finas como producidas durante períodos de tormenta o por acción eólica.

Andreis, *et al.* (1977) expone que la abundancia de glauconita en estas sedimentitas, implicaría condiciones de PH neutro a débilmente alcalino (condiciones marinas atípicas) y que la temperatura de las aguas deberían haber sido menores a 15 °C.

Mastandrea, *et al.* (1983) estudian anomalías fosfáticas que se encuentran distribuidas en la fracción glauconítica de la F S, y las asignan a “depósitos asociados a plataformas estables con sedimentos de llanuras costeras de profundidad somera”, correspondientes a un ambiente estuárico-pantanosos. Ya que el origen de los fosfatos radioactivos, no puede ser explicado satisfactoriamente en términos de la teoría de “upwelling” y sí por condiciones de PH y EH bajos, con aporte de fosfatos y Uranio que habrían precipitado desde aguas continentales, al llegar a condiciones marinas normales con intensa actividad catiónica.

Martínez (1988) reconoce facies submareales hasta intermareal superior y explica la transición brusca entre los subambientes por existencia de un relieve pre-salamanquense.

Martínez (1992) reconoce la dominancia de las facies arenosas y una discreta participación de facies heterolíticas conformada frecuentemente por cuerpos arenosos, que identificó como: cordones arenosos, canales de marea, lóbulos de delta de reflujo, planicie arenosa, barras litorales y albuferas.

Martínez (1992), al igual que Andreis, *et al.* (1975), incluye en el área occidental de la cuenca, al Banco Negro inferior dentro de la Formación Salamanca, ya que indican que ocurre un cambio en la sedimentación y en el tipo de estratificación, por encima del mismo. Martínez (1992) también que la Formación Salamanca se encuentra conformada más frecuentemente por cuerpos arenosos, que identificó como: cordones arenosos, canales de marea, lóbulos de delta de reflujo, planicie arenosa, barras litorales y albúferas. Si bien dice que las facies heterolíticas y fangosas son discretas, reconoce delgadas capas intercaladas (*mud drupes*) que se habrían originado por decantación en alta marea, con una alta carga en suspensión (Martínez, 1988). Martínez (1992) también expone la posibilidad de la existencia de corrientes mareales excluyentes (diferencias en la dirección de las corrientes de flujo y reflujo).

Legarreta, *et al.* (1990) indican ambientes estuáricos a marinos de plataforma interna y costa afuera. Malumian y Carames (1995) establecen condiciones disóxicas/anóxicas en sedimentitas marinas de la Formación Salamanca. Así como una menor salinidad en las aguas que su contraparte en la Cuenca del Colorado.

Belloso, *et al.* (2000) reconocen dos secuencias granocrecientes, transgresionales de la Formación Salamanca, que en su tramo inferior comprende facies de pantanos costeros; y reconocen aporte fluvial a los sedimentos de la Formación Salamanca, por la presencia de algas de agua dulce y zigosporas de Zignemataceas. También indican que es en la Pampa de María Santísima donde mejor se expone el contacto entre el Grupo Chubut y la Formación Salamanca y que es producto de una transgresión atlántica que se resuelve en un sistema fluvio-estuárico sobre la planicie costera.

Matheos, *et al.* (2001) sugieren que la sedimentación asociada a la lignoflora en el sector oeste de la cuenca, se ha desarrollado en un ambiente fluvial de tipo meandroso hasta deltáico.

Matheos, *et al.* (2004) reconocen una gradación desde ambientes netamente restringidos (albúfera o pantano de agua dulce) hasta condiciones marinas costeras en la localidad del Bosque Petrificado Ormaechea.

Matheos, *et al.* (2005) también indican la presencia de aportes fluviales por la presencia de algas de agua dulce y de Zignemataceas en el Bosque Petrificado Victor Slápeliz (Figura 6.2).

Contenido paleontológico de la Formación Salamanca:

F. Ameghino (1897) reconoció e ilustró el primer fósil de la Formación Salamanca, al observar que estas secciones se diferenciaban del “patagoniense” por contener una especie la *Ostrea pyrotheriorum* Ihering.

El primer estudio completo de fósiles “salamanquenses” fue dado por Camacho (1954) sobre la fauna de foraminíferos extraída de muestras correspondientes a dos perforaciones del subsuelo en Comodoro Rivadavia. Los ejemplos del Pozo n° 46 habrían sido recogidos por Wichman años antes, pero permanecían sin identificar (Méndez, 1966). Con excepción de *Nodosatria affinis*, todas las especies descritas e ilustradas fueron definidas entonces por vez primera. Méndez (1966) reconoció que el 67% de la microfauna del “Salamanquense” era endémica para la formación. Lo mismo diría Andreis, (1977) sobre la base a la megafauna marina contenida en estas sedimentitas. Menéndez (1966), Camacho (1966) y Andreis, *et al.* (1973), en base a las asociaciones faunísticas y las litológicas presentes, correlacionan la Formación Cerro Bororó con la Formación Salamanca. Además, la microfauna marina permitió correlacionar estas secciones con el piso europeo Daniano superior (Méndez, 1966; Bertels, 1973, 1974).

La nómina completa de las formas citadas por Camacho (1966) es la siguiente:

<i>Lennticulina rivadaviensis</i> Camacho	<i>Guttulina rivadaviensis</i> Camacho
<i>Planularia wichmanni</i> Camacho	<i>Sigmomorphina translucida</i> Camacho
<i>Planularia chubutensis</i> Camacho	<i>Buliminella isabelleana</i> Camacho
<i>Planularia curviformis</i> Camacho	<i>Loxostomun</i> (?) <i>sp.</i> Camacho
<i>Marginulina delecta</i> Camacho	<i>Gyroidina patagónica</i> Camacho
<i>Dentalina</i> <i>sp.</i> Camacho	<i>Eponides perspicax</i> Camacho
<i>Dentalina</i> <i>sp.</i> Camacho	<i>Discorbis luciferus</i> Camacho
<i>Dentalina astra</i> Camacho	<i>Anomalina elegantoides</i> Camacho
<i>Nodosaria affinis</i> Reuss	<i>Cibicides globosus</i> Camacho
<i>Fronicularia superbissima</i> Camacho	<i>Cibicides superbus</i> Camacho
<i>Lagena</i> <i>sp.</i> Camacho	

Las especies citadas por Méndez (1966) son:

<i>Globigerina pseudobulloides</i> Plummer	<i>Globigerina</i> (<i>Globoconusa</i>) <i>daubjergensis</i> Bronnimann
<i>Globigerina triloculinoides</i> Plummer	<i>Chilolembelina</i> cf. <i>midwayensis</i> (Chusman)
<i>Globigerina</i> (<i>Turborotalia</i>) <i>compressa</i> Plummer	

Las especies citadas por Bertels (1973 y 1974) son:

<u>Foraminíferos planctónicos:</u>	<u>Foraminíferos bentónicos:</u>
<i>Globoconusa daubjergensis</i> (Brönnimann)	<i>Globulina lacrima</i> Reuss
<i>Globorotalia</i> (<i>Turborotalia</i>) <i>compressa</i> (Plummer)	<i>Globulina inaequalis</i> Reuss

Polymorphina subrombica Reuss
Polymorphina sp.
Guttulina ovata (d'Orbigny)
Guttulina problema d'Orbigny
Fissularina d'orbignana Seguenza
Lagena hexagona (Williamson)
Lagena acucostata Reuss
Lagena? sp.
Dentalina gardnerae (Plummer)
Lenticulina rotulata (Lamarck)
Lenticulina paleocenica Brotzen
Lenticulina sp.
Vaginullina sp.
Palmula sp.
Palmula budensis rocanense Bertels
Marginulina costata (Batsch)
Buliminella isabelleana Camacho
Buliminella sp. aff. *B. quadrata* Plummer
Fursenkoina sp.
Pulsiphonina prima (Plummer)

Gyroidina actocamerata Cushman y Hanna
Gyroidina aequilateralis Plummer
Alabamina midwayensis Brotzen
Discorbis sp. aff. *D. newmanae* Plummer
Anomalinoides acuta (Plummer)
Cavelinella midwayensis (Plummer)
Cibicides vulgaris (Plummer)
Cibicides succedens Brotzen
Cibicides globosus Camacho
Cibicides allenii (Plummer)
Cibicides sp.
Ostrácodos:
Wichmanella meridionalis Bertels
Togoina australis Bertels
Hemicytherura sp.
Cytherura sp.
Munseyella sp.
Ilyocypris sp.
Bairdia sp.

En cuanto a la megafauna de vertebrados, es importante destacar que los términos más altos de la Formación Salamanca, o lo que para otros autores ya correspondería a la sección más baja de la Formación Río Chico (Feruglio, 1949), denominado “Banco Negro Inferior”, se ha exhumado en la región de la actual costa del Golfo San Jorge, una fauna de tortugas y cocodrilos (Staesche, 1929; De La Fuente y Bona, 2002; Bona y De La Fuente, 2005); y una importante fauna de mamíferos gondwánicos (*e.g.* Bonaparte, *et al.*, 1993; Gelfo, 2006) que ha definido la Edad Mamífero Sudamericana denominada Peligrense, y que ha sido correlacionada con otras edades-mamífero del Paleoceno inferior (Bond, *et al.*, 1995; Gelfo 2006).

Contenido Paleobotánico de la Formación Salamanca:

Tabla VI_2 Lista de taxones polínicos y de leños fósiles reconocidos para la Formación Salamanca. Siguiendo a la bibliografía existente para los registros previos, se ha utilizado la Clasificación de Cronquist (1980).

División	Orden/Familia	Taxón Fósil	Genero actual afín	Localidad
ROSIDAE - ASTERIDAE	Solanaceae	<i>Striatricolporites gamerroi</i>		Formación Salamanca
ROSIDAE	Rosaceae			
	Olacaceae (aff. Celastrales)	° <i>Anacolosidites diffusa</i>	<i>Anacolosia</i> <i>Cathedra</i> <i>Ptychopetalum</i>	Formación Salamanca
	Euphorbiaceae	□ ° <i>Bridelioxylon americanum</i>	Gpo. <i>Bridelia</i> (aff. <i>Ricinus</i>)	
		# <i>Malvacipollis diversus</i>		Formación Salamanca
	Rutaceae	° □ <i>Euxylophoroxydon chiquichanensis</i>	<i>Euxylophora</i>	
	Rutáceae	- <i>Retitricolporites chubutensis</i>	<i>Pitavia</i> <i>Cissus</i>	Formación Salamanca
	Vitaceae			
	O. Rhizophorales	□ <i>Rhizophoroxydon spallettii</i>	<i>Bruguiera</i> , <i>Ceriops</i> , <i>Kandelia</i> , <i>Rhizophora</i> <i>Anopyxis</i> , <i>Blepharistema</i> , <i>Cassipourea</i> , <i>Macarisia</i> , <i>Steriguapetalum</i> .	
	Pandanaceae (O. Arales-Euphorbiales)	° <i>Pandanites sp.</i>	<i>Pandanus</i>	Formación Salamanca
	Proteaceae	° <i>Retidiporites camachoi</i>	<i>Banksia</i> <i>Dryandra</i> <i>Embothrium</i>	Formación Salamanca
		- <i>Triatipollenites lateflexus</i>	<i>Roupala</i>	Formación Salamanca
		° <i>Tricolpites gilli</i>	<i>Beauprea</i>	Formación Salamanca
		# <i>Proteacidites</i>		Formación Salamanca
		# <i>Bysmapollis verrucosus</i>		Formación Salamanca
	Cunoniaceae	° - <i>Rhoipites sp.</i>	<i>Weinmannia</i>	Formación Salamanca
		° <i>Weinmannioxylon sp</i>		
	Cunoniaceae o Loganiaceae	- <i>Rhoipites minúsculus</i>		Formación Salamanca
		- <i>Rhoipites baculatus</i>		Formación Salamanca
	Loranthaceae	° <i>Syndemicolpites hialinus</i> <i>S. petriella</i>		Formación Salamanca
	Haloragáceae	- <i>Tricolpites cf. reticulata</i>	<i>Gunnera</i>	Formación Salamanca
	Myrtaceae	<i>Myrceugenia chubutense</i> Ragonesse 1980	<i>Myrceugenia</i> <i>Eugenia</i>	Formación Salamanca Ea las Violetas
		# <i>Myrtaceidites sp.</i>		Formación Salamanca
	Euphorbiaceae	# <i>Malvacipollis diversus</i>		Formación Salamanca

ARECIADAE	Arecaceae /Palmae (tropical a subtropical a veces templado-cálido)	° <i>Confertisulcites</i> sp.		Formación Salamanca
		° <i>Longapertites patagónicus</i>		Formación Salamanca
		° <i>Monosulcites minutiscabiatius</i>		Formación Salamanca
		° <i>Palmoxylon</i> sp. Schenk 1882	<i>Beatriz, Chamaedorea, Livinstona</i> (SubFam. Bactritoidea, Cocoidea Sabaloidea y Chamadoroideae)	Formación Salamanca Cerro Abigarrado
		°# <i>Proxapertites operculatus</i>	<i>Astoceryum Nypa</i>	Formación Salamanca
		° <i>Sabalpollenites</i> sp.		Formación Salamanca
		° <i>Spinizonocolpites hialinus</i> <i>S. prominatus</i>		Formación Salamanca
	aff. Palmae	° <i>Spinizonocolpites</i> sp.		Formación Salamanca
	Palmae Fam. Cocoide Fam. Sabaloide	+ <i>Palmoxylon bororoense</i>	<i>Syagrus</i> <i>Erythea</i>	Formación Cerro Bororó
DILENIIDAE	Empetraceae Ericaceae Epacridaceae	* # <i>Ericipites microtectatum</i>	<i>Empetrum rubium</i>	Formación Salamanca
	Ericaceae Epacridaceae	* <i>Ericipites scabratus</i>	<i>Arctostaphylus uva-ursi?</i>	Formación Salamanca
	Elaeocarpaceae (O. Malvales)	□ <i>Elaeocarpoxydon sloaneoides</i>	<i>Slonaea</i> <i>Elaeocarpus</i>	
	Symplocaceae	° <i>Senipites tercrassata</i>	<i>Symplocos</i>	Formación Salamanca
	Filicaceae Sterculiaceae Bombacaceae	# <i>Intraporopollenites</i> sp.		Formación Salamanca
	Casuarianaceae Myricaceae Loganiaceae	- # <i>Haloragacidites harrissi</i>		Formación Salamanca
HAMAMELIDAE	Myricaceae	° <i>Triapollenites bertelsii</i>	<i>Myrica</i>	Formación Salamanca
	Ulmaceae (Haloragaceae?)	° <i>Ulmodeipidites patagonicus</i>	<i>Planera</i>	Formación Salamanca
	Juglandaceae	# <i>Plicatipollis triradiata</i>		Formación Salamanca
		# <i>Plicatipollis wodehousei</i>		Formación Salamanca
	Nothofagaceae	# <i>Nothofagidites waipawaensis</i>		Formación Salamanca
LILIIDAE	Liliaceae u otras monocarpadas reticuladas	- <i>Liliacidites regularis</i>		Formación Salamanca
		* <i>Liliacidites vermiculatus</i>		Formación Salamanca
		# <i>Liliacidites variegatus</i>		Formación Salamanca
COMMELINIDAE	Restionaceae Centrolepidiaceae	<i>Restionidites pascualii</i>	<i>Leptocarpus Gaimardia</i>	Formación Salamanca
MAGNOLIDAE	Chlorantaceae	# <i>Clavatipollenites hugesii</i>		Formación Salamanca

PTERIDOPHYTAS				
	Orden/Familia	Taxón Fósil	Genero actual /Afin	Localidad
	Dicksoniaceae	<i>Matonisorites sp.</i>		Cerro Bororó
	Matoniaceae			
	Dipteridaceae	<i>Dictiophyllidites harrisii</i>		
	Gleicheniaceae	<i>Gleichiniidites</i>		
		<i>Clavifera triplex</i>	<i>Dicranopteris rigida</i>	

GYMNOSPERMAS				
	Orden/Familia	Taxón Fósil	Genero actual /Afin	Localidad
	Cyadales	<i>Cycadopites</i>		
	Gynkgoales			
	ZAMIACEAE	□ <i>Bororoa</i>	<i>Encephalartos</i>	Formación Bororó
	Trib. Encephalarteae	(2 sp.)	<i>Lepidozamia</i> <i>Macrozamia</i>	
	Podocarpaceae	□ <i>Mesembrioxylon mazonii</i>	<i>Podocarpus</i> <i>Phyllocladus</i>	

- Petriella, 1972.
- Archangelsky, 1973.
- ° Petriella y Archangelsky, 1975.
- + Arguijo, 1979.
- * Archangelsky y Zamaloa, 1986.
- # Zamaloa y Andreis, 1995.

En la zona de estudio de este trabajo, Bellosi, *et al.* (2000), reconocen una asociación esporopolínica con predominio de *Classopollis*, angiospermas características del Salamanquense clásico (*Anacolosidites siffusa*, *Polyporina romeroi*, *Peninsulapollis gillii*), podocarpáceas subordinadas, y registros de esporas de Zygnematáceas y algas de agua dulce.

Zucol, *et al.* (2004) demuestran la presencia de dos asociaciones palinológicas para la formación, en el Bosque Provincial Ormaechea, una con abundancia de esporas y másulas de helechos acuáticos, principalmente del género *Azolla*, otras esporas de helechos y briofitas, esporas de algas Zignematáceas, granos de polen de angiospermas y gimnospermas. La otra asociación está dominada por quistes de dinoflagelados, esporas lisas y ornamentadas de helechos, polen de coníferas (principalmente *Classopolis*) y de angiospermas.

Compresiones foliares:

En 1932 el Ingeniero Piatnitzky habría enviado a Berry, un conjunto de materiales por él extraído de la localidad de Tapera de Funes (= Cañadón del Loro), la cual corresponde a las proximidades de la localidad de Palacio de los Loros (Feruglio, 1949).

Feruglio en 1931 recolectó ejemplares de compresiones foliares en la misma localidad, que se encuentran en el repositorio del Museo Geológico de la Universidad de Bolonia (Italia), sin estudio (Feruglio, 1949).

Berry (1937) determinó la presencia de 11 taxones de angiospermas en esa colección, las cuales se enumeran en la siguiente tabla con sus correspondientes números de colección (sin referencia en su publicación) y el referente de lámina y figura en el trabajo de Berry:

UNSM nº	Taxón	Plate	Fig.
201953	<i>Banaraphyllum ovatum</i>	IX	1
201955	<i>Cissites patagonica</i>	VII	1
201957	<i>Cissites patagonica</i>	VII	3
201959	<i>Cissites patagonica</i>	IX	5
201956 A	<i>Cissites patagonica</i>	VII	2
201956 B	<i>Cissites patagonica</i>	VII	2
208520	<i>Cryptocarioides maria-santisimensis</i>	VI	3
208521	<i>Cryptocaryoides maria-santisimensis</i>	VI	3
208522	<i>Dryophyllum australis</i>	VI	5
208523 A	<i>Dryophyllum australis</i>	VI	4
208523 B	<i>Dryophyllum australis</i>		
201960	<i>Fagophyllum duseni</i>	V	1
201961 A	<i>Fagophyllum duseni</i>	V	2
201961 B	<i>Fagophyllum duseni</i>		
208530	<i>Laurophyllum chubutensis</i>	IX	3
208531	<i>Laurophyllum chubutensis</i>	IX	4
201965	<i>Laurophyllum piatnitzkyi</i>	VI	1
201966	<i>Laurophyllum piatnitzkyi</i>	VI	2
201962	<i>Myrica premira</i>	V	3
201963	<i>Myrica premira</i>	V	4
201964	<i>Paranymphaea aristolochiaformis</i>	V	5
208525	<i>Sterculia acuminataloba</i>	VIII	2
208526	<i>Sterculia acuminataloba</i>	VIII	3
208527	<i>Sterculia acuminataloba</i>	VIII	4
208528	<i>Sterculia acuminataloba</i>	VIII	5
208524 A	<i>Sterculia acuminataloba</i>	VIII	1
208524 B	<i>Sterculia acuminataloba</i>		
208529	<i>Zizyphus chubutensis</i>	IX	2

24

11

UNSM= Colección del *Smithsonian National Museum of Natural History*, Washington, EEUU.

VI_6. CONCLUSIONES DE LA SECCIÓN VI

- La Formación Salamanca, corresponde a una unidad sedimentaria bien delimitada por una discordancia erosiva basal y un techo neto, transicional en el sector oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge. Es posible reconocerla como enteramente correspondiente al Miembro Hansen de Andreis (1977) y diferenciar los tres miembros de Feruglio (1949): Miembro Fragmentosa, Miembro Banco Verde y Miembro Banco Negro Inferior.
- No existen registros bien fundamentados de facies continentales para el tiempo de depositación de la Formación Salamanca, en toda la Cuenca del Golfo San Jorge. Las únicas evidencias de aporte continental están representadas por la megaflora de compresiones, impresiones y permineralizaciones; y por el registro de esporas de algas dulceacuícolas y de ostrácodos y diatomeas de agua dulce transportados hacia facies marino-costeras.
- De la revisión de las especies de foraminíferos de la Formación Salamanca realizada en este trabajo de tesis, y de las asignaciones de foraminíferos presentes, incluyendo *Globanomalina (Turborotalia) compressa* y *Globoconusa daubjergensis*, se ha acotado el rango de edad dado para el Daniano, reconociéndose que corresponden más precisamente a una edad Daniano superior, de la Zona P1c, (siguiendo la biozonación actualizada en Olsson, *et al.*, 1999) para el Salamanca marino (ver Sección VIII).
- Del análisis y publicación de los datos aportados por Andreis (1977), es posible utilizar las proporciones de los elementos K y Ar⁴⁰ para recalcular la edad de la toba, que precisara Andreis (1977) en la sección superior de la Formación Salamanca (Miembro Hansen), en base a las constantes actualizadas para dataciones K/Ar en Dalrymple (1979). Utilizando estas nuevas constantes la edad corresponde a $62,6 \pm 5,0$ ma. Aunque de gran amplitud cronológica, esta edad resulta muy importante por ser la única datación radimétrica proveniente de la Formación Salamanca (ver Sección VIII).
- Existen escasos trabajos publicados que tratan sobre macrofloras de edad Paleoceno para Sudamérica. Muchos trabajos sobre floras han sido re-evaluados como correspondientes al Eoceno o aún no tienen una edad geocronológica precisa. La flora de la Formación Salamanca corresponde a una excepción, y posee numerosos trabajos sobre la palinoflora, que identifica una alta diversidad de formas que la relacionan con floras de tipo subtropical húmedo.

- Berry (1937) describió 11 especies de dicotiledóneas en base a una pequeña muestra de compresiones foliares. Todas correspondieron a taxones nuevos para la ciencia. Pese a haberse tratado de un estudio de tipo inicial, la flora de compresiones no sufrió ninguna revisión o estudio ulterior, más que la cita de las especies descritas por Berry (1937). La flora estudiada por Berry (1937), no posee edad ni posición estratigráfica precisa y los paleoambientes marinos inferidos sobre dicha flora no concuerdan con su grado de preservación.

SECCIÓN VII. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA Y PALEONTOLÓGICA DE LAS LOCALIDADES

FOSILÍFERAS

SECCIÓN VII_1. LOCALIDADES FOSILÍFERAS, NIVELES PORTADORES Y DESCRIPCIÓN DE LAS

TAFOFLORAS

Como resultado de las cuatro campañas realizadas al área occidental de la Cuenca del Golfo San Jorge, se han localizado nueve yacimientos de compresiones vegetales y cuatro yacimientos de abundantes y grandes tallos permineralizados. Como resultado de las diferentes localidades y facies sedimentarias en que se hallaron las megaflores de compresiones, las distintas colecciones paleobotánicas difieren en la fragilidad de las muestras y calidad y tipo de preservación.

Parque Provincial Bosque Petrificado Ormaechea (OR)

De los yacimientos de compresiones vegetales, cinco ocurren en el Parque Provincial Bosque Petrificado Ormaechea (OR) a saber: OR2: Ormaechea 2, ubicado a los S 45° 49' 58,1'' W 69° 03' 12,8''; OR1: Ormaechea 1, ubicado a los S 45° 49' 38,6'' W 69° 03' 42''; DR: Cerro Dromedario, ubicado a los S 45° 48' 35,9'' W 69° 03' 49,5''; CS: Cerro Solitario de Ormaechea, ubicado a los S 45° 49' 47,9'' W 69° 03' 09,4''; y CA: Cerro Abigarrado, ubicado a los S 45° 49' 49'' W 69° 02' 31,8'' (Figuras 6.2 y 6.3). En los tres últimos (DR, CS y CA) no existe buena preservación de los restos, y sólo se obtuvo una pequeña colección del DR y CS, a la cual también se le suman algunos materiales recolectados y depositados, años atrás, en la colección de Paleobotánica de la Universidad Nacional de Buenos Aires. En general, en el área del Parque Provincial Ormaechea, es posible reconocer una extensa área basal desarrollada por el Grupo Chubut, que ocupa los sectores más bajos y erosionados en *bad-lands* ("tierras malas"). Se observa un contacto neto con la Formación Salamanca, la cual se desarrolla con coloraciones verdosas fuertes en su sección inferior y amarillo fuerte en la superior, conformando los primeros niveles de escarpas y culminando con niveles de meteorización y erosión negruzcos, los cuales generan numerosas elevaciones aisladas con *bad lands* en su tope y por extensas terrazas (como es el caso de CS, CD). La mayor parte de las grandes escarpas que generan el Cerro Abigarrado y el Cerro Colorado corresponden a sedimentitas algo más consolidadas de la Formación Río Chico de tonalidades rojizas y amarillento-pálidas (Figura 7.1 y 7.2).

A estos yacimientos se accede por la misma entrada del Parque Provincial Ormaechea, que pasa por la casa del guardaparque y continúa un camino transitable hasta el Cerro Colorado. El yacimiento OR1 se encuentra en una escarpa de 15 m. al sudoeste (Figuras 7.7, 7.8 y 7.31) aflorante

cercana a una zona de alta concentración de largos tallos permineralizados, donde existe una tranquera en el camino. El yacimiento OR2, se encuentra en donde prácticamente no puede continuarse el camino transitable hacia el sudoeste, prácticamente a nivel del camino en el faldeo de una escarpa de 5 m. (Figura 7.3) que luego se continúa en el Cerro Colorado. El yacimiento OR2, correspondiente al registro de megaflora de compresiones foliares de posición más inferior (de los estudiados en este trabajo) en la columna sedimentaria de la Formación Salamanca, y por tanto el más antiguo, contiene una megaflora de compresiones foliares muy bien preservada, con restos en conexión orgánica, aunque no muy frecuentes; y abundante presencia de semillas de dimensiones medianas (0,5 a 2,5 cm.). Las compresiones se presentan con tonalidades oscuras, desde marrones a negros, que no contrastan mucho con el sedimento, por ser de naturaleza arcilítica con gran cantidad de briznas y materia orgánica. Es el yacimiento que ofrece el mejor grado de preservación de cutículas *in situ* sobre las compresiones.

El yacimiento CS, corresponde a una pequeña elevación aislada que queda entre el Cerro Colorado y el Cerro Abigarrado (Figura 7.4), en cuya sección superior se han recolectado escasas impresiones foliares. Muy cercano al yacimiento CS, se encuentra una menor elevación arenosa, consolidada, correspondiente al hallazgo de estípites permineralizados y restos foliares de palmeras, descrito aquí como Perfil Cerrito de las Palmeras (S 45° 49' 48''; W 69° 02' 53', figuras 6.3, 7.14 y 7.15). El yacimiento DR corresponde a un pequeño nivel de grandes intraclastos limosos ubicados 3 m. por debajo del tope de un cerrito que se encuentra inmediatamente al este de la entrada al Parque Provincial Ormaechea, que posee una forma de lomo de dromedario (Figura 7.5). El yacimiento CA está ubicado en el faldeo sudoeste del Cerro Abigarrado (Figuras 6.2 y 6.3) y entregó pocas compresiones foliares en regular estado de preservación, razón por la cual no se realizó colección alguna.

Palacio de los Loros

Esta localidad, portadora de dos yacimientos de exquisitas megafloras de compresiones vegetales, es conocida en la región sólo por una geoforma columnar que porta nidos de “loros barranqueros” y águilas, en la conjunción de dos cañadones muy amplios (Figuras 7.9 y 7.17 y 7.19).

Se puede acceder desde el sudeste por la Ruta 26, unos 40 km. al sur de la ciudad de Sarmiento, desviándose por la entrada al Campo de H. Visser, y desde allí por una huella paralela a la Ruta 26 que baja por un curso fluvial hasta una aguada, quedando 1,5 km. al este del “Palacio de los Loros”; o desde el norte por caminos internos del campo de la Sra. C. Salazar. Este yacimiento fue señalado por Piatnitzky (1932) y Feruglio (1949). Berry (1937) en su trabajo denominó a la localidad “Tapera de Funes”, pero ya no existen restos de esta construcción precaria y no es conocida en la

región, aunque sí el Anticlinal Funes, el cual es un yacimiento petrolífero que se encuentra unos kilómetros más al sur. Feruglio (1949) reconoce que la secuencia sedimentaria aflorante, corresponde a la porción superior del “Salamanquense”. En dicho trabajo ubica al yacimiento de la siguiente manera: “Se ubica aguas abajo del Puesto de Feola, en un cañadón 2-3 km. al sur del Puesto Funes, en el ala oriental del sinclinal que aflora en el borde de la meseta e inmediatamente al norte del paralelo 46°. Los afloramientos mejores se hallan en el yacimiento llamado Palacio de Los Loros, pero sólo se dejan ver una parte de la serie estratigráfica (en realidad los materiales proceden de un gran bloque aislado”.

En base al reconocimiento de las secuencias y al relevamiento de varias secciones en sucesivas campañas realizadas para este trabajo, se considera que no existen bloques alóctonos en el yacimiento de Palacio de los Loros, aunque sí terrenos elevados, como el que da nombre a la localidad (Figuras 7.17 y 7.19), circundado por erosión fluvial, que queda desconectado de las barrancas laterales en donde se desarrollan los perfiles con mayor potencia, y también es el caso del montículo pequeño correspondiente al yacimiento PL1 (Figuras 7.6 y 7.9). Se ha podido reconocer los mismos niveles portadores de las improntas vegetales en las barrancas laterales, correlacionando y ubicando los niveles en el perfil general.

En base al relevamiento de un perfil de detalle y la correlación de las distintas secciones aflorantes en el área, se seleccionaron dos yacimientos por su abundancia y buena preservación en compresiones foliares. El yacimiento PL1 (Figura 7.6), ubicado a los S 45° 54' 48,3'' W 69° 12' 48,8'', corresponde a facies algo más arenosas, con estratos más potentes y de mayor bioturbación, que preservan la megaflore entre niveles entre los estratos, conservando en ocasiones restos cuticulares, pero muy escasos y fragmentados. Este yacimiento, en base a las descripciones de Feruglio (1949), podría corresponder al mismo de donde se recolectaran los especímenes que estudiara Berry (1937). El yacimiento PL2, corresponde a un nivel ubicado en una barranca al sur del cañadón que contiene al “palacio de los loros”, a los S 45° 54' 42'' W 69° 12' 50,2'', y que muestra mayor exposición en el perfil, tanto vertical como horizontal (Figuras 7.9, 7.25 y 7.30).

La localidad del **Yacimiento Petrolífero Las Flores 1-Estancia La Campanita**, yacimiento de megafósiles LF, es la que se ubica más al NE del área de trabajo de esta tesis, y se encuentra cercana al Lago Colhue Huapi. Se accede por un camino que sale a la altura de las instalaciones del campamento petrolero de Valle Hermoso y que lleva a la Estancia La Campita y a la batería petrolera denominada “Yacimiento Las Flores 1”. La flora se preserva en unas pequeñas lomadas de no más de 1,8 m. de altura a los S 45° 41' 23,9'' W 68° 36' 41,9'', 1,5 km. al sudoeste del casco de la estancia, en donde ocurren pequeñas secciones de lomas rojizas y grises producto de cauces de arroyos

efímeros que bajan de la “Gran Barranca”. La megaflora de compresiones se preserva en facies de arenisca gruesa de coloración rojiza, y en facies de limo arenoso de tonalidades gris oscuro a negro oscuro (Figura 7.10). Los sedimentos se encuentran algo más consolidados que las otras floras estudiadas, y aunque posee abundancia de ejemplares, éstos materiales poseen regular estado de preservación, generalmente como impresiones, sin materia orgánica preservada y con mineralizaciones y bioturbación. Aún así se ha recolectado más de 600 compresiones foliares, un ala de insecto, fragmentos de helechos y escasas flores leñosas, y en pocas ocasiones restos cuticulares.

Las localidades fosilíferas con gran cantidad (densidad) de leños permineralizados corresponden al Bosque Petrificado Slápeliz (S 45° 57' 31'' W 68° 18' 49''), Bosque Petrificado Ormaechea (S 45° 48'; W 69° 03') y Yacimiento Las Flores 1 (S 45° 41' 23,9'' W 68° 36' 41,9''). Los últimos dos están íntimamente relacionados a megafloras de compresiones por lo que, para este trabajo, han sido recolectados algunos datos tafonómicos y paleoecológicos útiles para la interpretación paleoambiental.



Fig 7.1

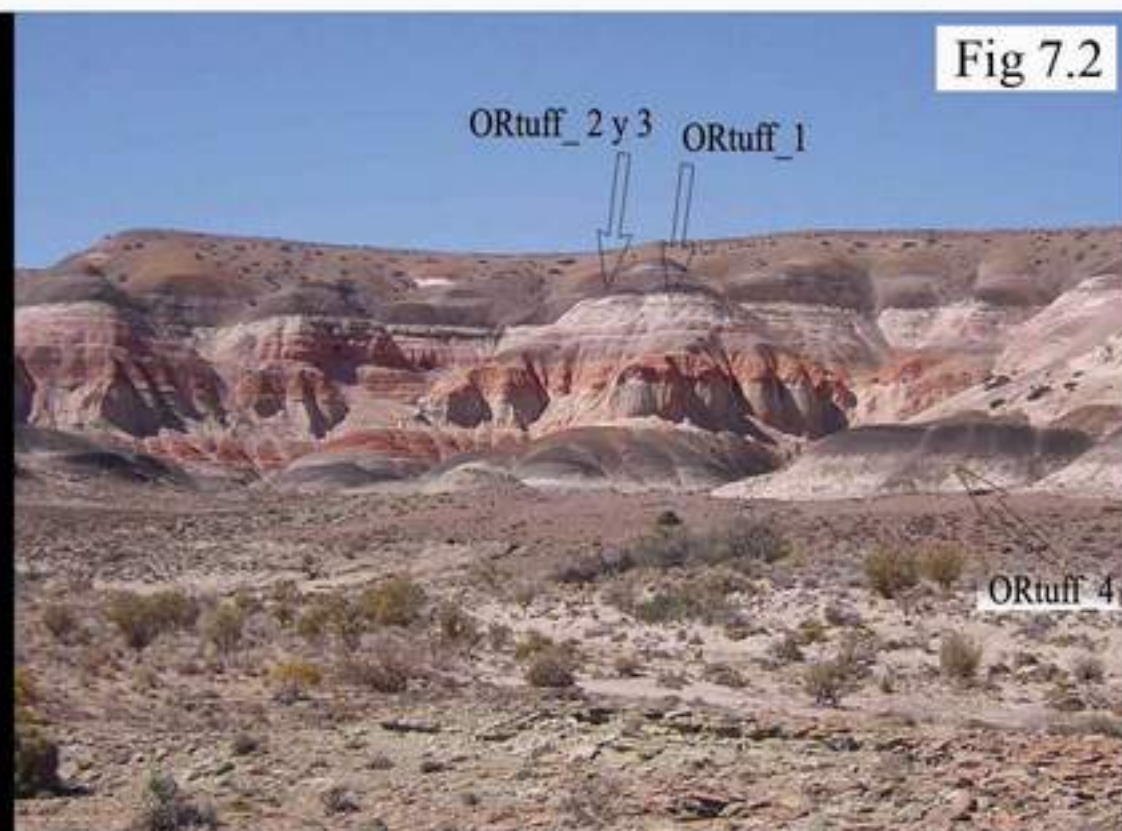


Fig 7.2



Fig 7.3



Fig 7.4



Fig 7.5



Fig 7.6

Fig 7.1_ Perfil oriental del Cerro Abigarrado, nótese los sedimentos claros basales en *bad land* característicos de la Formación Bajo Barreal, los sedimentos verdosos medios correspondientes al Miembro Inferior y el Miembro Medio de la Formación Salamanca, el corte neto del Banco Negro Inferior y los sedimentos rojizos del Grupo Chubut que caracterizan las escarpas del cerro.

Fig 7.2_ Perfil norte del Cerro Colorado en el Parque Provincial Ormaechea.

Fig 7.3_ Yacimiento de megaflore OR2, en el Parque Provincial Ormaechea.

Fig 7.4_ Parque Provincial Ormaechea, con vista al yacimiento de megaflore CS (flecha 1) y al yacimiento de tocones *in situ* (flecha 2).

Fig 7.5_ Perfil norte del yacimiento de megaflore CD (Cerro Dromedario), Parque Provincial Ormaechea. Nótese el contacto entre el Miembro Inferior y el Miembro Medio de la Formación Salamanca. El tope del cerro corresponde al Banco Negro Inferior, y los 2,5 m. inferiores al miembro Superior de la Formación Salamanca.

Fig 7.6_ Yacimiento PL1, en la localidad de Palacio de los Loros, nótese el yacimiento aislado en el valle pero con correlación en la barranca norte.



Fig 7.7_ Yacimiento OR1 (flecha) en el Parque Provincial Ormaechea, Cerro Colorado.

Fig 7.8_ Interpretación de estructuras y facies en el Parque Provincial Ormaechea. Nótese el relleno de canal inciso que corresponde al yacimiento OR1.

Fig 7.9_ Cañadón de orientación sud-sudoeste - nor-noreste en la localidad de Palacio de los Loros, flechas indicando los yacimientos de compresiones PL1 y PL2.

Fig 7.10_ Sección superior del perfil en la Estancia La Campita-Yacimiento Petrolífero Las Flores II, con el yacimiento LF, de frente-izquierda. Nótese al fondo la Gran Barranca del Lago Colhue Huapi.

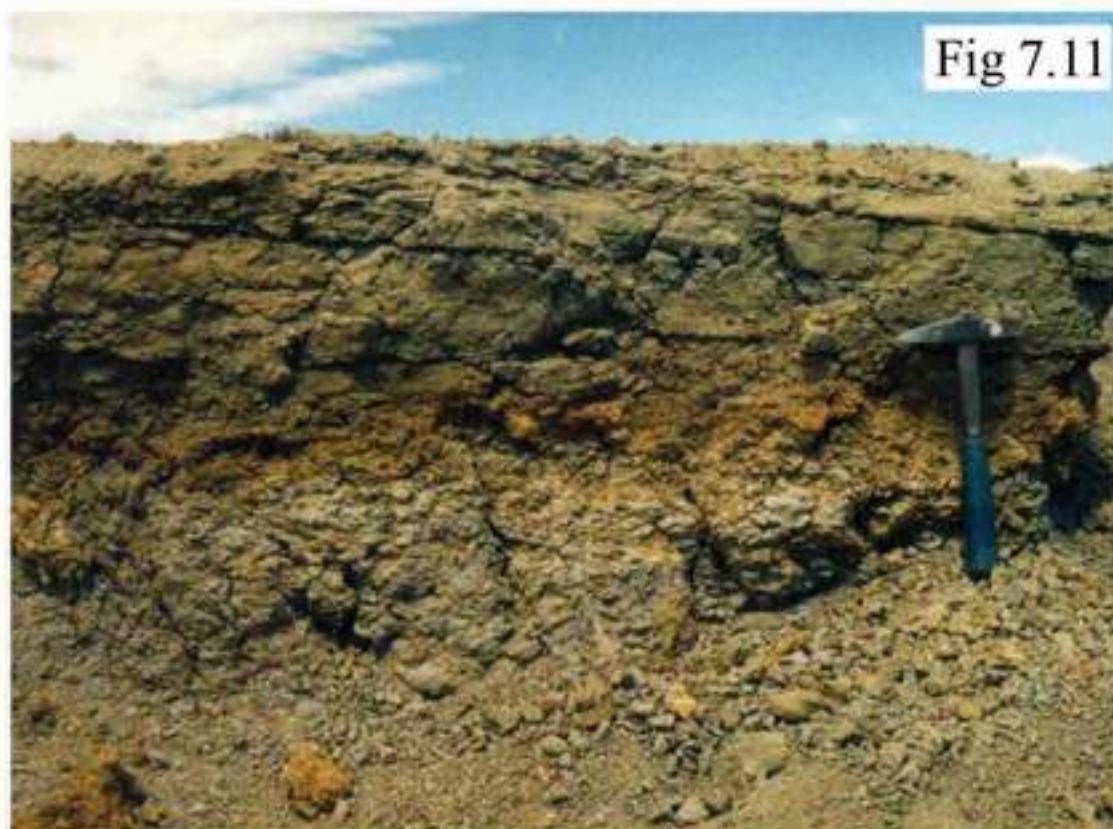


Fig 7.11



Fig 7.12



Fig 7.13

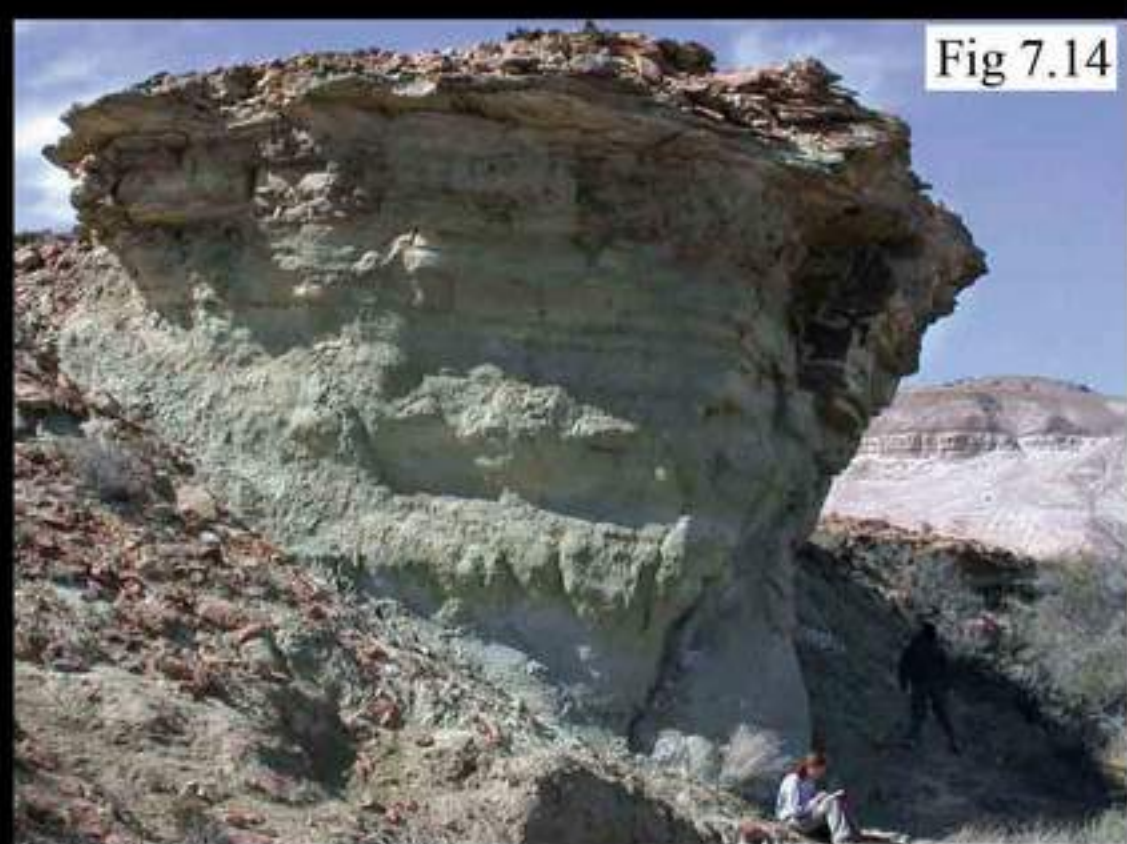


Fig 7.14



Fig 7.15

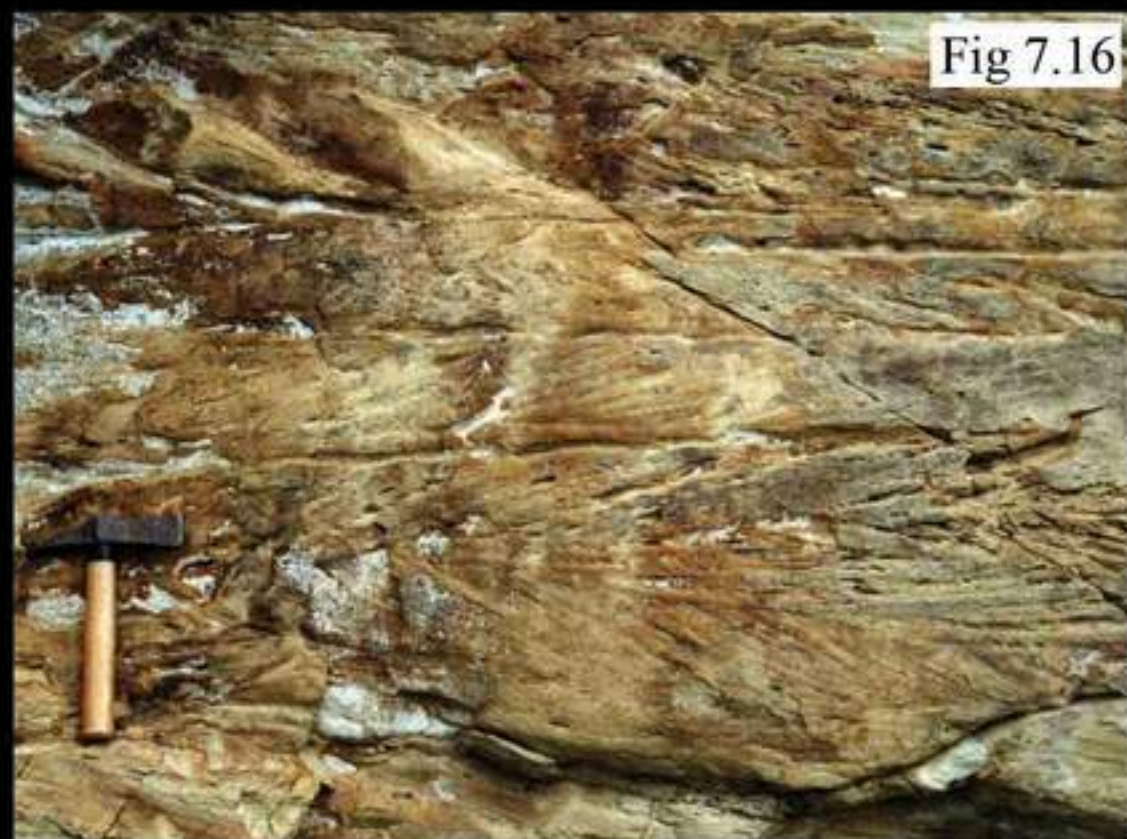


Fig 7.16

Fig 7.11_ Sección basal del Miembro Inferior de la Formación Salamanca en Palacio de los Loros, donde es posible observar capas inclinadas de muy bajo ángulo en *on-lap* sobre piroclásticas del Grupo Chubut.

Fig 7.12 y Fig. 7.13_ Facies heterolíticas del Miembro Inferior de la Formación Salamanca en Palacio de los Loros, con dominancia de material arcillítico y limolítico, con óndulas escalonadas.

Fig 7.14 y Fig. 7.15_ Sección arenosa del Miembro Inferior de la Formación Salamanca en el Parque Provincial Ormaechea, con facies Sa y Sp.

Fig 7.16_ Sección arenosa del Miembro Inferior de la Formación Salamanca en el Parque Provincial Ormaechea, mostrando facies Sp con estructura en *herring-bone*.



Fig 7.17



Fig 7.18



Fig 7.19



Fig 7.20



Fig 7.21



Fig 7.22

Fig 7.17_ Sección noroeste del “Palacio de los Loros” evidenciando el Miembro Inferior en su sector basal (“Fragmentosa”) y sector superior (“Banco Verde”), y el Miembro Medio.

Fig 7.18_ Sección del Miembro Medio en la localidad de Palacio de los Loros, exponiendo grandes sigmoides con eventos de fangos entre capas y en diversos órdenes de entrecruzamiento.

Fig 7.19_ Sección sudoeste del “Palacio de los Loros” evidenciando el Miembro Inferior, el Miembro Medio con base erosiva, el Miembro Superior y el Banco Negro Inferior.

Fig 7.20_ Sets entrecruzados del Miembro Medio de la Formación Salamanca, sobrepuestos a facies verdosas del Miembro Inferior (Banco Verde), en la localidad de Palacio de los Loros.

Fig 7.21_ Sets entrecruzados del Miembro Medio de la Formación Salamanca portando grandes leños permineralizados, en la localidad del Parque Provincial Ormaechea.

Fig 7.22_ Facies de areniscas entrecruzadas en el Miembro Medio de la Formación Salamanca portando grandes leños con tocones transportados, en la localidad del Parque Provincial Ormaechea.



Fig 7.23



Fig 7.24



Fig 7.25

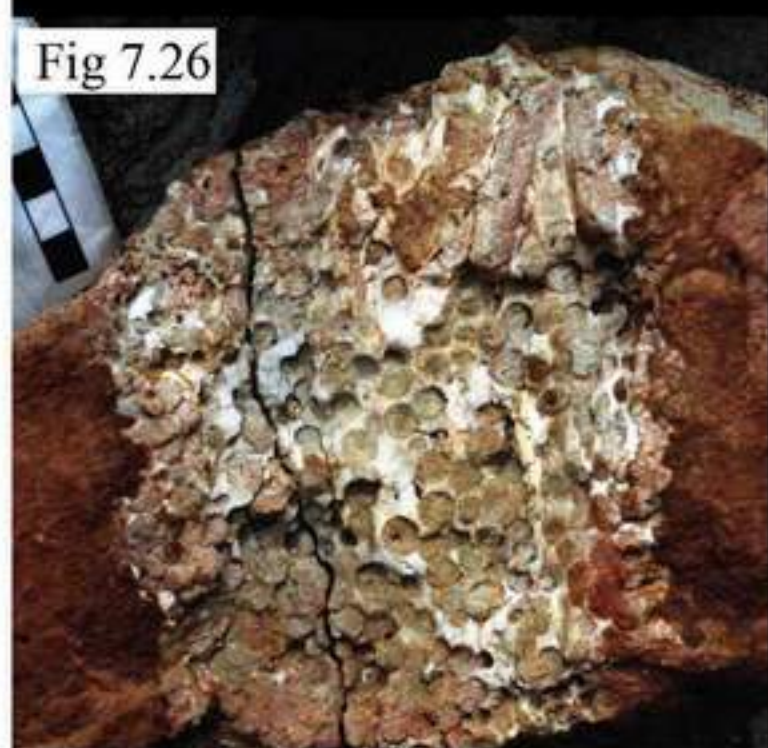


Fig 7.26



Fig 7.27

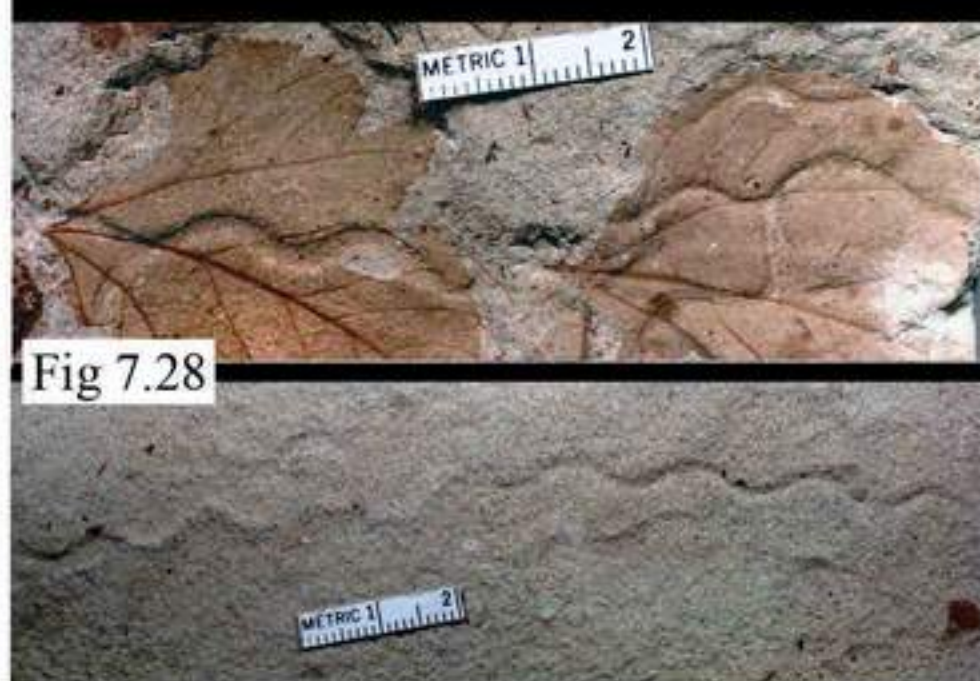


Fig 7.28

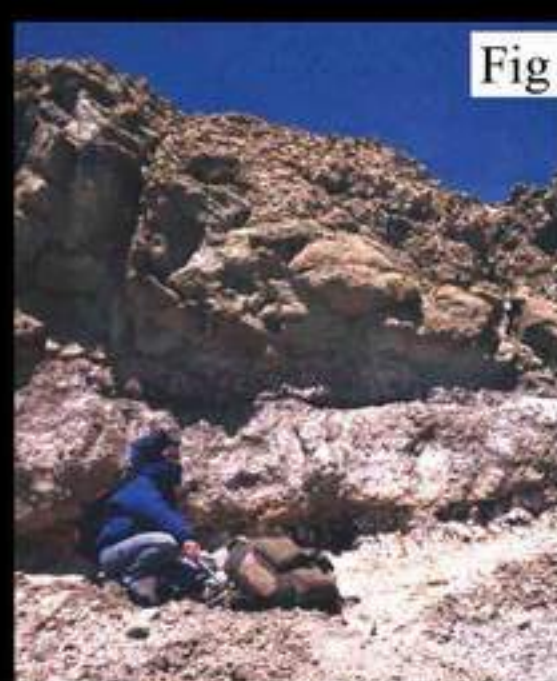


Fig 7.29



Fig 7.23_ Sección arenosa del Miembro Inferior en el Cerrito de las Palmeras, en el Parque Provincial de Ormaechea, mostrando facies Sp y Sr, con óndulas en caras de avalancha.

Fig 7.24_ Bases caulinares de *Palmoxydon patagonicum*, en el Miembro Inferior del Parque Provincial Ormaechea.

Fig 7.25_ Sección parcial del yacimiento PL2, en la localidad de Palacio de los Loros. Nótese la posición estratigráfica con respecto al Banco Negro Inferior (flecha).

Fig 7.26_ Resto de leño con intensa actividad de organismos perforantes atribuidos al icnogénero *Teredolites*, en el Miembro Inferior del perfil del Parque Provincial Ormaechea.

Fig 7.27_ Facies Fl sepultadas por facies Sm, preservando al icnogénero *Arenicolites*, en el Miembro inferior del perfil del Parque Provincial Ormaechea (derecha, y esquema arriba) y en el límite entre la Fragmentosa y el Banco Verde en la localidad de Punta Peligro (izquierda abajo).

Fig 7.28_ El icnogénero *Cochlinchus*, en facies Ft, sobre compresiones foliares (arriba) y superficies estratales (abajo).

Fig 7.29_ El icnogénero *Arenicolites* en la base del Miembro Inferior en el Parque Provincial de Ormaechea, marcando la discordancia de la base de la Formación Salamanca, al erodar sus trazas, sobre sedimentos continentales del Grupo Chubut.



Fig 7.30



Fig 7.31

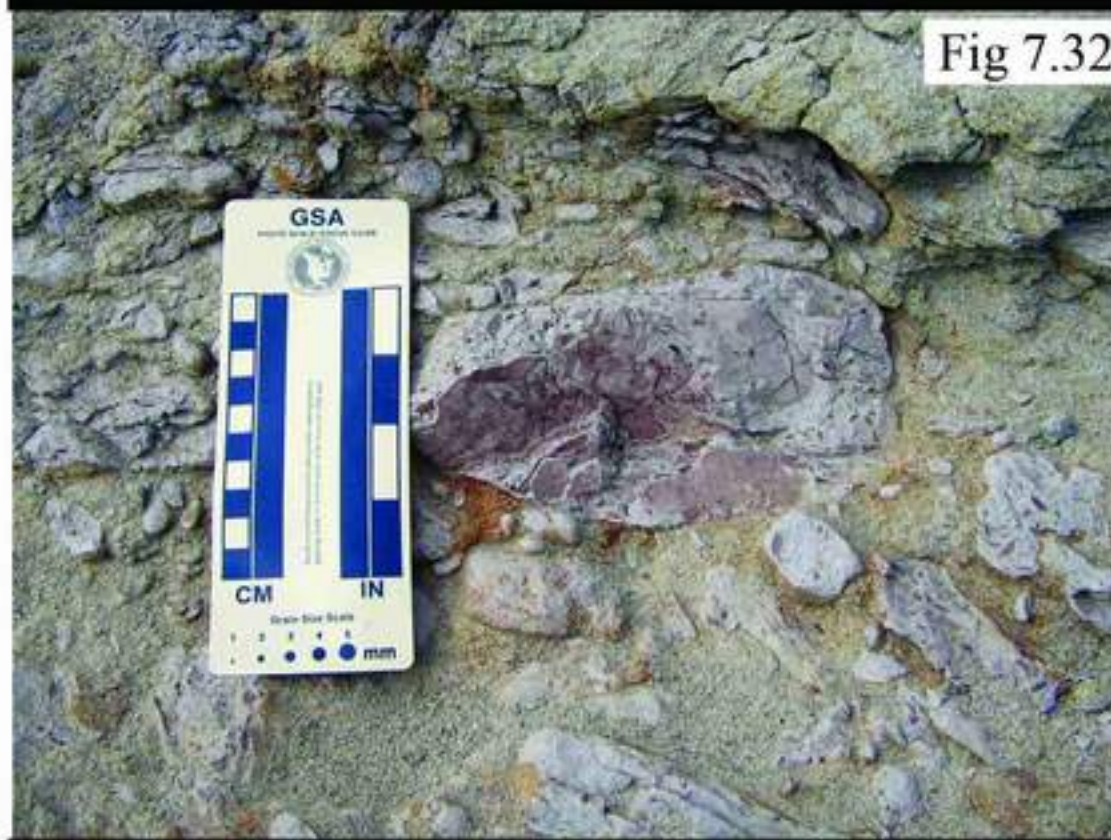


Fig 7.32

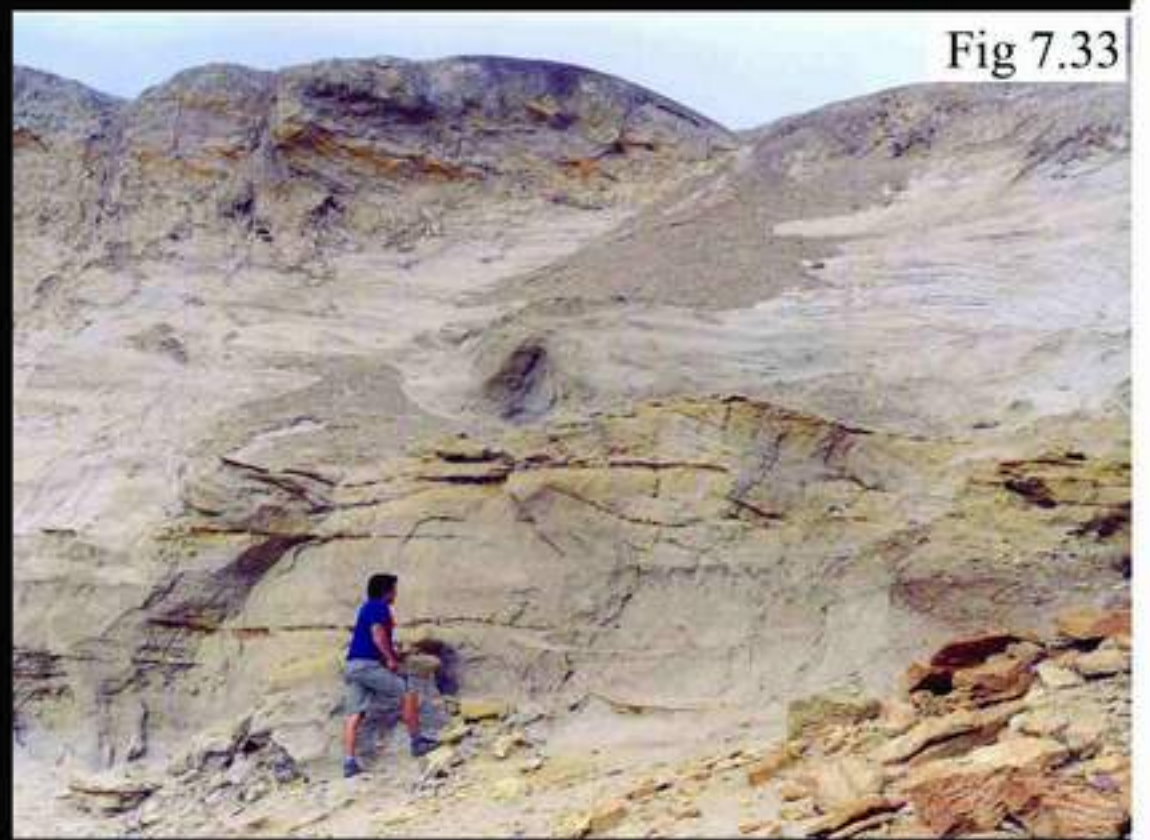


Fig 7.33



Fig 7.34



Fig 7.35

Fig 7.30_ Sección superior de la Formación Salamanca en Palacio de los Loros, exponiendo el contacto entre el Miembro Medio y el Miembro Superior. Nótese el cambio litológico y el contacto neto erosivo con coloraciones ocre.

Fig 7.31_ Afloramiento OR2, dentro del Parque Provincial Ormaechea, donde es posible observar el relleno de un canal de base incisa, con facies Sm y Sc de migración de barras en la base y acreción lateral.

Fig 7.32_ Grandes clastos intraformacionales en la base de los canales del Miembro Superior en el Parque Provincial Ormaechea, preservando estructura sedimentaria y compresiones foliares.

Fig 7.33_ Sección superior de la Formación Salamanca en el Parque Provincial Ormaechea, exponiendo el contacto erosivo de los canales con acreción lateral del Miembro Superior por sobre las facies de planicie deltaica del Miembro Medio.

Fig 7.34 y 7.35_ Sección superior de la Formación Salamanca en Palacio de los Loros, exponiendo la base erosiva, las barras internas y la acreción lateral de los canales del Miembro Superior; y el pasaje transicional a depósitos de la llanura de inundación, con típica meteorización en *bad-lands*.



Fig 7.36



Fig 7.37



Fig 7.38

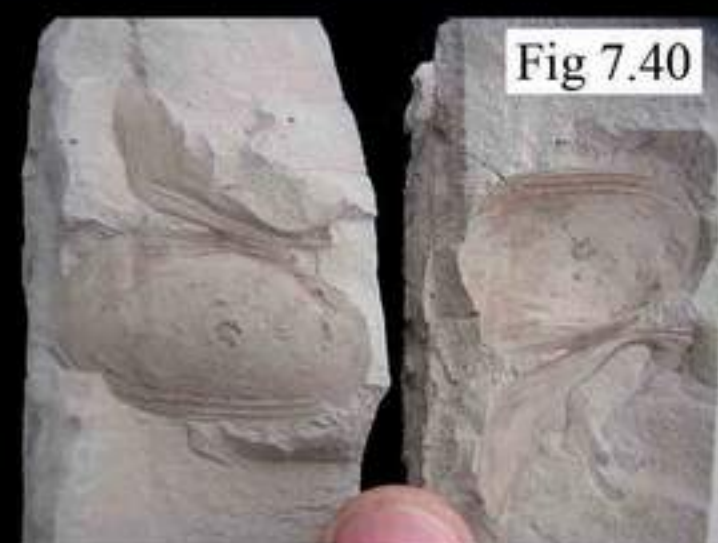


Fig 7.40



Fig 7.39



Fig 7.41



Fig 7.42

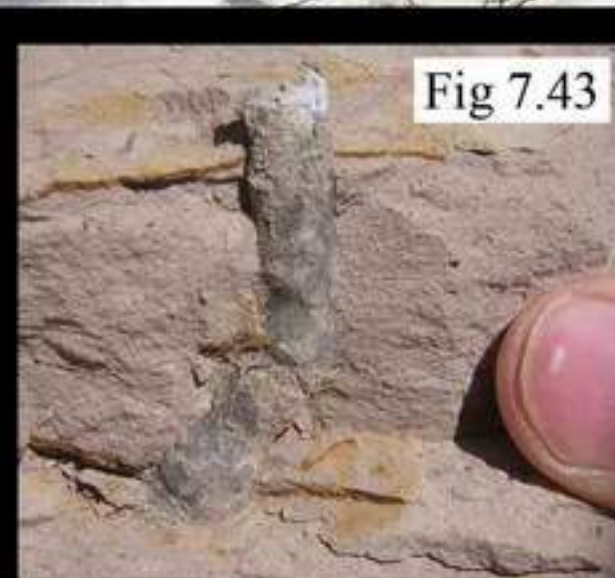


Fig 7.43



Fig 7.44

Fig 7.36 y 7.37_ Sección basal del Miembro Inferior de la Formación Salamanca, en el yacimiento petrolífero Las Flores II, apoyándose en discordancia sobre facies piroclásticas del Grupo Chubut.

Fig 7.38 y 7.39_ Sección superior del Miembro Medio en el Parque Provincial Ormaechea, mostrando canales de pequeño y mediano porte, y gran participación de material pelítico en *mud drops* e intraclastos.

Fig 7.40_ Bivalvo articulado hallado en facies Ft del Miembro Superior, en la localidad de Palacio de los Loros.

Fig 7.41_ Rizolitos y fractura concoide en el Banco Negro Inferior, en la localidad del Parque Provincial Ormaechea.

Fig 7.42_ Miembro Superior de la Formación Salamanca en posición discordante sobre el Miembro Medio. Nótese el acuña-miento de facies Sc y cambio de facies lateral a Fm en el Miembro Superior.

Fig 7.43_ Molde de raíz en yeso (vista lateral) en el Miembro Superior de la Formación Salamanca en Palacio de los Loros.

Fig 7.44_ Rizolitos (vista vertical) en el Miembro Medio de la Formación Salamanca en el Parque Provincial Ormaechea.

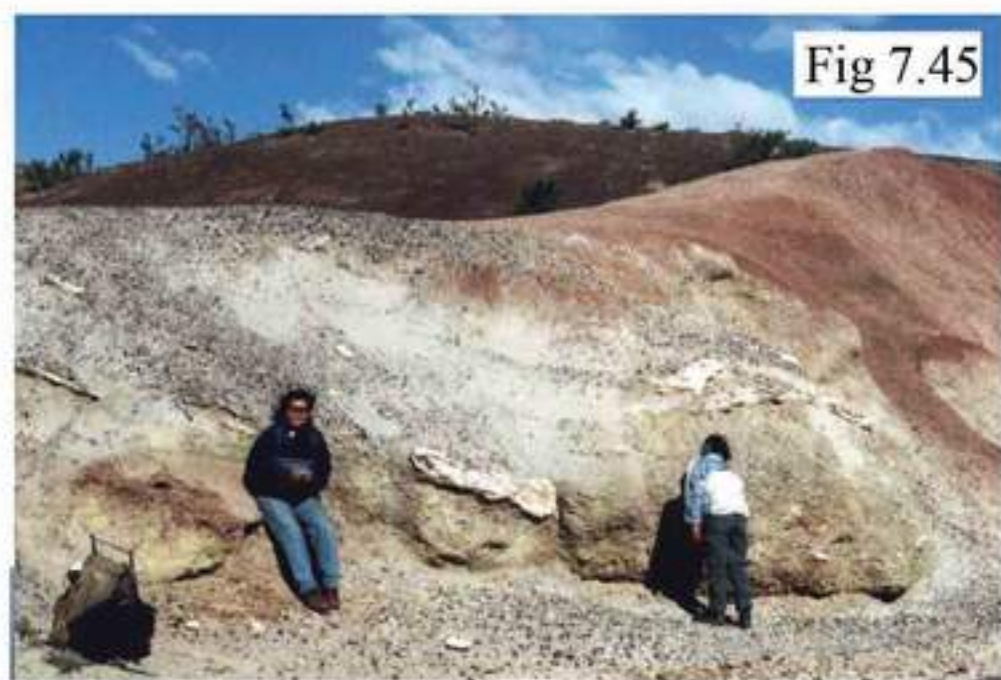


Fig 7.45

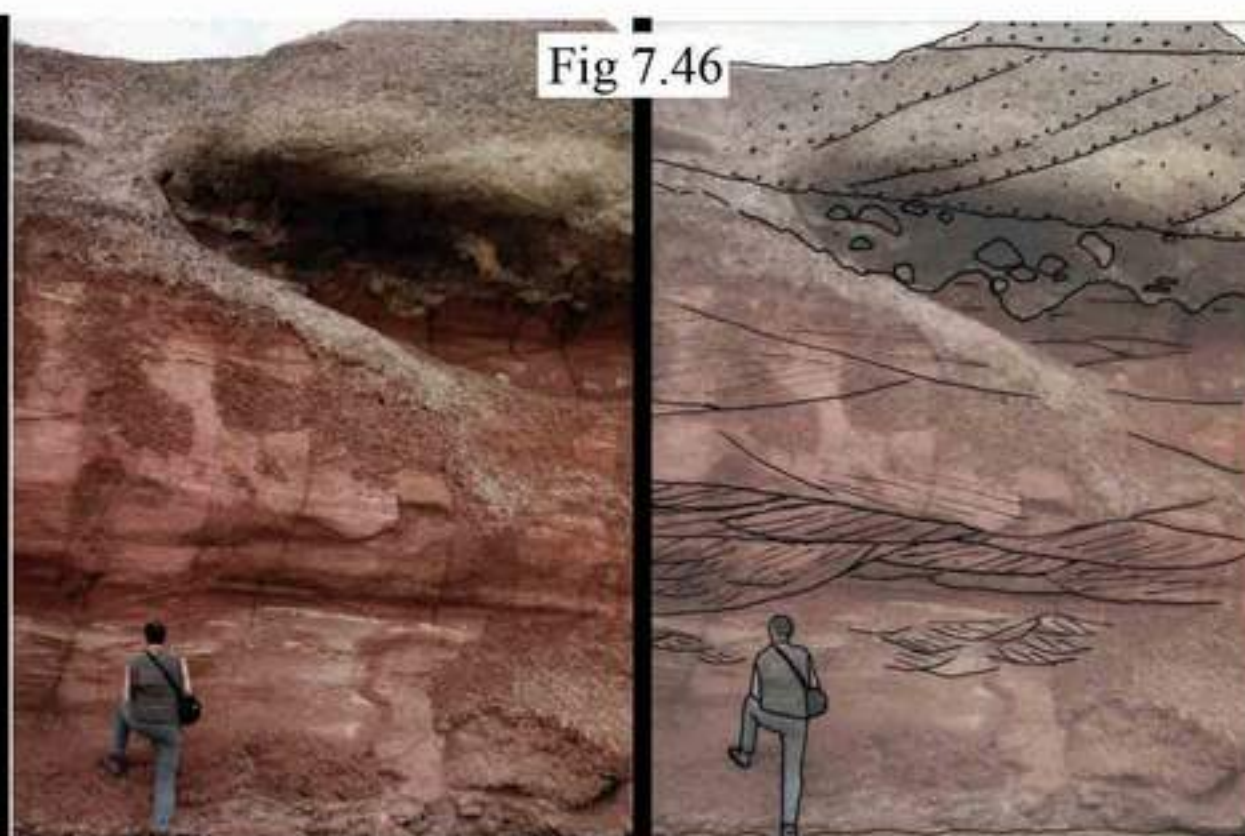


Fig 7.46



Fig 7.47



Fig 7.48



Fig 7.49



Fig 7.50



Fig 7.52



Fig 7.53



Fig 7.51

Fig 7.45_ Porción superior de la sección del Yacimiento Petrolífero Las Flores 1 (Formación Peñas Coloradas). Nótese los grandes tallos incluidos en los canales conglomerádicos.

Fig 7.46_ Porción superior de la sección del Yacimiento Petrolífero Las Flores 1 (Formación Peñas Coloradas). Nótese los grandes canales sobrepuestos de base fuertemente erosiva con carpeta tractiva.

Fig 7.47_ Grandes troncos del bosque pertificado de la Sección media del Yacimiento Petrolífero Las Flores 1.

Fig 7.48_ Detalle del contacto entre dos canales de la porción superior de la sección del Yacimiento Petrolífero Las Flores 1 (Formación Peñas Coloradas). Nótese la imbricación de clastos psefíticos con la presencia de un tallito permineralizado.

Fig 7.49_ Sección meteorizada del yacimiento de megaflora de compresiones LF en el yacimiento Petrolífero Las Flores 1, donde se visualiza un canal areno-gravoso con leños permineralizados de tonalidad grisácea (derecha, abajo) y una delgada lente de facies Ft que preserva compresiones foliares directamente sobre las facies de canal.

Fig 7.50_ Bloque limoso preservando compresiones foliares, hallado dentro de las facies Gm de un canal en el yacimiento LF.

Fig 7.51_ Impresiones foliares con diferentes orientaciones en facies Sc muy gruesas, correspondientes al relleno de un canal del yacimiento LF.

Fig 7.52_ Yacimiento de megaflora de compresiones LF, correspondiente a un lente de limo-arenoso.

Fig 7.53_ Fragmento de ala de un insecto, en facies Fp del yacimiento de megaflora LF. Escala = 1 cm.

Perfil Parque Provincial Ormaechea integrado (OR)

(Perfil figura 7.54)

Este perfil se desarrolla dentro del área del Parque Provincial José Víctor Ormaechea, desde los S 45° 49' 04''; W 69° 03' 56,1'' hasta los S 45° 49' 38,6''; W 69° 03' 42'' (Figura 6.2). Es un perfil que muestra una secuencia completa desde los términos superiores de la Formación Bajo Barreal, toda la sección de la Formación Salamanca, toda la sección del Grupo Río Chico y gran parte del Grupo Tobas de Sarmiento (aunque este último presenta mayor desarrollado en el Cerro Blanco). En este perfil se midieron 47,2 m. de potencia para la Formación Salamanca. Debido a las variaciones laterales que se han detectado entre varias secciones parciales en el área (Cerro Meseta, Cerro Dromedario, Cerro Colorado, Cerro Abigarrado, Figuras 6.2 y 6.3), se ha confeccionado un perfil integrado, caracterizando estas variaciones laterales, con una mayor apreciación arquitectural y facial de los sedimentos.

En esta área, las mejores exposiciones del Grupo Chubut, se desarrollan en el faldeo oeste del Cerro Abigarrado (Figura 7.1), aunque también pueden verse cortes naturales al este de la ruta que conecta la población de Sarmiento con la de Río Mayo, cuando la ruta sube la barranca a la Pampa de María Santísima (Figuras 6.2 y 6.3).

En el área del Parque Provincial Ormaechea, es posible reconocer el contacto entre la Formación Bajo Barreal y la Formación Salamanca en varias secciones, pero se observa claramente en el faldeo del Cerro Meseta y del Cerro Dromedario (Figura 6.3), así como en algunos montículos situados 300 m. al SE del Cerro Dromedario, donde areniscas consolidadas de la base de la Formación Salamanca actúan como protectoras de la erosión.

El techo de la Formación Salamanca, se observa en todo el área, y está caracterizado por un contacto neto con un banco limoso masivo de gran potencia y de coloración negruzca correspondiente al Banco Negro Inferior (Figuras 7.1, 7.2, 7.4 y 7.7).

Descripción del perfil (de base a techo):

Base: Grupo Chubut; pelitas y limolitas deleznales varicolores: blanquecino-borravino, castaños y a veces rojizos.

Escasos lentes areniscosos gruesos, con abundante material piroclástico, a veces verde muy claro, presencia de

clastos pumíceos, y niveles de tobas finas totalmente alteradas y deleznales. La actitud regional de las capas es Rbz N 180°, menos de 5°.

- 0,50 m. Grupo Chubut; toba blanca con sábulos dispersos de cuarzo ecuate subangulosos. La roca se presenta muy fracturada en los niveles superiores.
- 0,80 m. Grupo Chubut; arenisca con gradación normal, desde sabulitas gruesas a limolitas arenosas. En su base presentan un nivel amarillento con yeso y llega a tener clastos psefíticos de hasta 1 cm. polimícticos irregulares subredondeados. En general poseen color gris cemento. Posee grietas rellenas de material pelítico similares a raíces. Techo: nivel pelítico de 2 cm. gris oscuro.
- 0,35 m. Grupo Chubut; limolita gris violácea, con bioturbaciones en U de 1,5 cm. de diámetro (Figura 7.29), con relleno arenoso del nivel suprayacente. Techo erosivo no acanalado.
- 2 m. Areniscas basales de la Formación Salamanca, en el relieve actual forman las primeras cornisas por encima del Grupo Chubut. Son areniscas muy gruesas a sabulíticas, bien seleccionadas y competentes, de tonalidades verde manzana a grisáceas y con entrecruzamiento en sets de 50 cm. y artesas amalgamadas. Artesas de 2 m. x 0,20-0,30 m., con capas entrecruzadas de bajo ángulo (Rbz N185°, 220°, 250°, 210°, 390°). Algunos niveles poseen intraclastos discoidales o esféricos de arenisca fina de hasta 3 cm. de diámetro. Algunos son núcleos de nódulos ferruginosos, otros han sido disueltos diagenéticamente y dejan numerosas oquedades en el sedimento. Contienen dientes pequeños de seláceos (2,5 cm. de largo), abundantes fragmentos de tallos de 2 cm. de largo (a veces pequeñas ramas de 3 cm. de ancho por 20 cm. de largo) orientadas con rumbo N 010-190°E. Bioturbación aislada: galerías de *Thalassinoides*, *Arenicolites* con marcas de *scars*. Lateralmente aparecen 2'.1) _ 60 cm. Arenisca masiva de grano medio, color verde claro grisáceo con abundantes clastos de madera carbonizada en cubos de hasta 2 cm. de lado. 2'.2) _ 1,6 m. Alternancia de areniscas medianas, deleznales, con carpeta tractiva con clastos psefíticos aislados, polimícticos de hasta 1,5 cm. de diámetro y de forma discoidal, con abundantes intraclastos arenosos y limosos también discoidales. A veces ocurren bloques de hasta 30 x 7 x 20 cm. También se ha observado estructura laminada con bajo entrecruzamiento en un set, con orientación Rbz N360°. El estrato muestra alta bioturbación con tubos subhorizontales con reborde cementado de 1,5 cm. de diámetro. Fragmentos de pequeñas ramas en capas inclinadas con rumbo Rbz. N160°. Ocurren abundantes dientes de tiburón, orientados con bases bidireccionales con rumbo N 070-250°E y pequeñas láminas ferruginosas y otras más o menos gruesas.
- 1,5 m. Sedimentación mixta areno-limosa, granocreciente, con dientes de seláceos y materia orgánica en forma de impresiones y compresiones, algo alteradas, con coloración castaño oscura. Intraclastos pelíticos elipsoidales. Bioturbación en grandes tubos de 2 cm. de diámetro. Briznas abundantes. Abundantes fragmentos de pequeños leños orientados con rumbo N 075-255°E.
- 1,2 m. Areniscas gris verdosas laminadas gruesas a sabulíticas con escasos dientes de tiburón, con abundantes intraclastos de una arenisca fina de 2 cm. de diámetro y laminación entrecruzada de bajo ángulo.
- 2 m. Arenisca fina mal seleccionada, muy deleznable, verde claro (oscuras en corte fresco), poseen mucha proporción pelítica (arcilítica) en intraclastos y en pequeños lentes de 8 cm. de diámetro x 3 mm. de ancho. Con láminas ocreas de óxido de hierro, briznas vegetales oxidadas, dispersas, de hasta 2 cm. de diámetro.
- 2,2 m. Arenisca media, con redondez buena, color verde claro, deleznable (sin consolidación). Estructura entrecruzada en bajo ángulo con niveles de materia orgánica oxidada de pocos milímetros de espesor. Con pequeños troncos muy comprimidos y oxidados.

- 1,6 m. Sedimentación mixta areno-pelítica, ondulosa, laminada o en pequeños lentes (flaser y lentiforme), con predominio de material pelítico. Se observa una estructura de 1m. de corte y relleno, con relleno heterolítico, granocreciente, culmina con areniscas finas verdes con intraclastos abundantes. Presenta materia orgánica muy oxidada y dispersa, a veces muy concentrada en pequeñas láminas color rojo y ocre. Las láminas de relleno del corte progradan en dirección N 300°E con base tangencial simple.
- 1,95 m. Base erosiva. Banco basal de 35 cm. de arenisca media a gruesa con estratificación entrecruzada (Rbz 270°/25° y 250°/26°). Sigue estratificación heterolítica con finos estratos pelíticos mayormente en la base (granocreciente) y estratificación estratocreciente. Areniscas finas a medias, con abundantes intraclastos psefíticos, óndulas de crestas continuas, sinuosas, con orientación de crestas Rbz N 150°E (Io =7), con briznas vegetales oxidadas muy dispersas. Porción basal-media con trazas de *Arenicolites* de 0,9 cm. de diámetro todas a un mismo nivel, sepultadas por un banco de 25 cm. de areniscas más gruesas de base plana (Figura 7.27).
- Lente de arenisca gruesa a muy gruesa de 70 m. de extensión lateral por 0,50 m. de potencia, ferruginoso, muy competente. Base deleznable con abundante bioturbación. Posee estructura entrecruzada en artesas decrecientes de 3 m. hasta 1 m. y de 40 cm. a 7-15 cm. Poseen entrecruzamiento de bajo ángulo en areniscas finas entre artesas, se observa marcas de punto y roce, bioturbación escasa, galerías de tubos de 8 mm. de diámetro, algunos de recorrido zigzagueante horizontal, poco bifurcado. Se reconocen galerías de *Thalassinoides* y nódulos ferruginosos. Ocurren briznas vegetales muy grandes y ramas finas en pocos niveles. Lateralmente se reconocen 20 cm. de intrapsefita oligomítica de intraclastos limosos y pelíticos.
- 2,8 m. de arenisca media, mal seleccionada, con base neta erosiva, de tonalidad verdosa. Estrato muy pando, con poca participación pelítica en la base y con mayor participación arenosa en el techo (Granocreciente). Estratificación tabular y entrecruzada de bajo ángulo orientada hacia Rbz N 290°. Trenes de óndulas en capas entrecruzadas.
- 3,6 m. Base erosiva. Banco basal de arenisca media a gruesa con estratificación entrecruzada. Sigue estratificación heterolítica con finos estratos pelíticos mayormente en la base (granocreciente) y estratificación estratocreciente. Estratificación en estratos que llegan a 0,5 m. Areniscas finas a medias, con abundantes intraclastos psefíticos, óndulas con briznas vegetales oxidadas muy dispersas. Porción basal-media con trazas de *Arenicolites* a un mismo nivel, sepultadas por estrato de areniscas más gruesas de base plana.
- 3,3 m. Arenisca media bien seleccionada, laminada en capas de 0,5 cm. Base con estratificación entrecruzada en artesas de 3 m. de largo por 20 cm. de potencia. Sección superior con areniscas finas con niveles con abundantes briznas carbonizadas, participando a veces en una gran proporción del sedimento. Intraclastos pelíticos pequeños de 0,7 cm. de diámetro. Coloración verde claro.
- 9,6 m. Similares al nivel anterior, pero con estratificación tabular en estratos de 1 m. y estratificación entrecruzada. Mínima participación pelítica. Presencia de briznas dispersas oxidadas y dispuestas en forma tridimensional (no en plano), de hasta 1 cm. de tamaño. Restos fragmentarios de hojas con mala preservación. Algunos niveles masivos. Selección regular a mala en las areniscas finas.
- 1 m. Base erosiva con cementación ferruginosa, muy competente de 10 cm. de areniscas muy gruesas, con clastos irregulares subangulosos y cuarzosos. 0,8 m. Areniscas bien seleccionadas en artesas amalgamadas de 3 m. de largo por 5-40 cm. de potencia, de tonalidades amarillo-verdosa muy clara (blanca en superficie meteorizada), interestratificadas con material pelítico con alta proporción de materia orgánica. Abundantes troncos petrificados (corresponde a la mayoría de los del bosque petrificado del Parque Provincial Ormaechea), permineralizados y algunos oxidados (Figuras 7.21 y 7.22). Orientación de troncos con rumbos: N 050-230°, N 050-230°, N 042-222°.

N 052-232°, N 060-240°. Un tronco de 35 cm. de diámetro por 6,43 m. de largo se presenta muy ramificado. En estas facies, se ha podido constatar la presencia de raigones petrificados *in situ*, de grandes gimnospermas arbóreas. Aunque el afloramiento se encuentra restringido a un pequeño valle entre el Cerro Colorado y el Cerro Abigarrado (S 45° 50'; W 69° 02', Figura 6.2), se han podido reconocer, posicionar y medir 17 tocones en posición de vida y sepultados por las mismas facies de este nivel o por el siguiente, no pasando de éste la preservación en altura. No existe desarrollo de edafización evidente (Figuras 7.60 y 7.61).

- 4,5 m. Bancos cuneiformes arenosos amarillo-blanquecinos, de 40 cm. de espesor, con *sets* entrecruzados, inclinando tanto para el NE como al SW en alto ángulo, poseen nódulos de arenisca ferruginosa dispersos de 3 cm. de diámetro (Figuras 7.38 y 7.39). Areniscas medias bien seleccionadas en artesas amalgamadas de 5 m. de largo x 60 cm. de potencia, con Rbz N360° y N20°. Niveles intercalados de arenisca media mal seleccionada, entre las areniscas entrecruzadas en láminas de 2 mm., con muy bajo ángulo, con tonalidad gris algo verdosa. Ocurren troncos de grandes dimensiones con concreciones ferruginosas que adhieren la arenisca circundante. En facies finas interestratificadas y en areniscas menos competentes y mal seleccionadas, con estratificación entrecruzada sigmoidal, puede reconocerse briznas vegetales dispersas. En un pequeño lente limoso se reconoció muy buena preservación de improntas con cutículas y helechos articulados (**OR 2** S 45° 49' 58,1''; W 69° 03' 12,8''), también moldes de rizolitos castaño oscuros (Figura 7.44). Estas facies son las que rodean y sepultan los tocones *in situ* hallados arraigados en el nivel anterior (Figura 7.59).
- 4 m. Arenisca media a fina regularmente bien seleccionada, granodecreciente, base erosiva fuerte (Figura 7.33) y ferruginosa, primeros 2 m. con artesas de gran escala amalgamadas (ejes de artesas de rumbo N-NW), de 1 m. de potencia por 6 m. de largo; también se desarrollan lentes pandos de 30 cm. de potencia con base erosiva y estratificación entrecruzada de muy bajo ángulo, separadas por lentes de arenisca media mal seleccionada con abundantes intraclastos pelíticos y estratificación entrecruzada; estos lentes se ven cortados por angostos sistemas canaliformes con estructura masiva y abundantes intraclastos. Hacia la parte superior se observan *sets* entrecruzados interestratificados con mayor proporción pelítica y briznas vegetales. Lateralmente se observa un gran lente de material fino areno-limoso de techo plano y base cóncava erosiva fuerte (Figuras 7.7, 7.8 y 7.31) de 5 m. de alto por 15 m. de largo, con estratificación tabular que copia las irregularidades de la base erosiva y con suave estratificación inclinada Rbz N 360°, granodecreciente, posee una carpeta basal tractiva de arenisca media mal seleccionada, con abundantes intraclastos, algunos de tamaño bloque (40 cm. de largo por 7 cm. de alto) que en ocasiones preservan estructura sedimentaria y hasta compresiones vegetales (Figura 7.32). El primer 1,5 m. corresponde a areniscas medianas y finas mal seleccionadas con estratificación tabular en estratos de 15-25 cm. masivos, con moteados de bioturbación, abundante yeso en grietas y en discos horizontales, con escasas briznas aisladas. La porción media posee areniscas finas en mayor proporción, en estratos de 15 cm., posee moteados de bioturbación y trazas horizontales sinuosas (*Cochlichnus*), con muy buena preservación de improntas foliares de angiospermas, rastros de cutícula preservada, y hasta una compresión de una flor leñosa (yacimiento **OR1**: S 45° 49' 38,6''; W 69° 03' 42'', Figura 7.31). La porción superior tiene estratos más delgados, con mayor participación pelítica masiva, con abundante moteado de bioturbación y briznas vegetales dispersas.
- 0,5 m. Limolita deleznable color ocre. Contacto en base y techo, transicional y muy irregular.
- 0,40 m. Limolitas con bandeamientos ferruginosos, gris verdosas con lentes aislados de arenisca fina, de forma cóncavo-plana o convexa suave, de 4,5 cm. de potencia por 2 m. de extensión lateral.

- 4,82 m. **Banco Negro Inferior**. Limo arcillítico masivo muy deleznable, que se meteoriza creando paisajes en *bad-lands*, con tonalidades grisáceas que se oscurecen hacia los 3,5 m. de la porción apical. En la porción basal se reconocen esporádicamente lentes de tufitas retrabajadas y en ocasiones con intensa bioturbación y abundantes marcas de raíces (Figura 7.41) de hasta 3 cm. de diámetro y de donde se extrajo una muestra para datación (**ORTuff_4**, S 45° 49' 51,2"; W 69° 03' 24,5", ver sección VIII y figura 7.2). En la porción media y superior se observan rizolitos, estructura moteada de pequeña escala y espejos de fallas cóncavos, similares a *Slickenside*.
- 3 m. Sabulitas conglomerádicas bien seleccionadas, con clastos psefíticos de hasta 5 mm., subangulosas, muy cuarzosas; con areniscas medias interestratificadas. Abundantes intraclastos psefíticos en la base, de hasta 4 cm. de diámetro y de composición psamítica. *Sets* entrecruzados sigmoidales y simples, mayormente con Rbz N10°E. Tonalidades blanquecinas. Presentan grandes troncos petrificados, muy porosos, blanquecinos y livianos, algunos con tocones subverticales.
- 3 m. Sabulitas conglomerádicas, similares al nivel anterior, pero con mayor proporción de la fracción psamítica entre las capas entrecruzadas y con tonalidades rojizas.
- 3 m. Areniscas medianas a gruesas en estratos tabulares de 1 m. Estratificación entrecruzada en artesa.
- 0,5 m. Estrato cuneiforme de más de 200 m. de extensión lateral, con base plana. Arenisca muy competente con estratificación en artesas de mesoescala.
- 8 m. Areniscas finas a medias abigarradas. Estratificación tabular amalgamada.
- 3 m. Areniscas finas, estratificación tabular, tonalidad rojo ladrillo. Lente tobáceo pando de 0,9 m. de espesor, algo alterado. Se tomó una muestra para datación (**ORTuff_1**, S 45° 50' 03"; W 69° 03' 06,9", ver sección VIII y figura 7.2). Presentan algunos niveles lenticulares con material limoso color gris oscuro. Artesas de micro y mesoescala amalgamadas.
- 2,5 m. Material piroclástico, de primer ciclo y reelaborado, Tobas con gran cantidad de pómez. En ocasiones con signos de edafización: marcas de raíces y alteración. En otras ocasiones, material psamítico muy cristalino. Se tomaron muestras para datación (**ORTuff_2**, S 45° 50' 02,9"; W 69° 03' 07,7", y **ORTuff_3**, S 45° 49' 50,9"; W 69° 03' 38,6", ver sección VIII y figura 7.2).
- 15 m. **Banco Negro Superior** del Parque Provincial Ormaechea o Formación Las Flores. Limolitas y arcillitas negras, masivas, con pequeños espejos de falla, muy deleznales. Se meteorizan produciendo paisaje de *bad-land* (Figuras 7.1 y 7.2)

El perfil continúa por más de 50 m. con estratos tabulares amarillentos y ocreos, de gran potencia correlacionables con Tobas de Koluel Kaike, de la localidad de Gran Barranca (Figura 6.2).

Perfil Cerrito de las Palmeras (Perfil figura 7.55)

Este cerrito se encuentra dentro del Parque Provincial Bosque Petrificado Ormaechea, a mitad de camino entre el Cerro Colorado y el Cerro Abigarrado, a los S 45° 49' 48"; W 69° 02' 53". El

LITOLOGÍA



Pelita



Limolita



Psamita fina



Psamita gruesa



Psefita arenosa



Tufolita

ESTRUCTURAS



Estratificación entrecruzada en artesas



Estratificación heterolítica



Estratificación entrecruzada planar simple



Laminación planar



Estrato lenticular



Estrato tabular



Estrato cuneiforme



Arreglo granocreciente/
granodecreciente



Óndulas



Base erosiva



Paleocorriente unidireccional



Paleocorriente bidireccional



Intraclastos pelíticos



Intraclastos psamíticos



Niveles ferruginosos



Niveles de yeso



Clastos carbonosos



Marcas de tallos y ramillas



Grandes troncos permineralizados



Tocones en posición de vida



Megaflora de compresiones/impresiones vegetales



Briznas vegetales

OR2

Yacimiento de megaflora de compresiones/impresiones vegetales



Rizolitos y rizoconcreciones



Niveles edafizados



Dientes de seláceos



Valvas de moluscos marinos



Valvas de bivalvos



Pluma de ave



Marcas de roce



bioturbación en galerías (*Talassinoides*)



bioturbación en tubos verticales



bioturbación en tubos en U (*Arenicolites*)

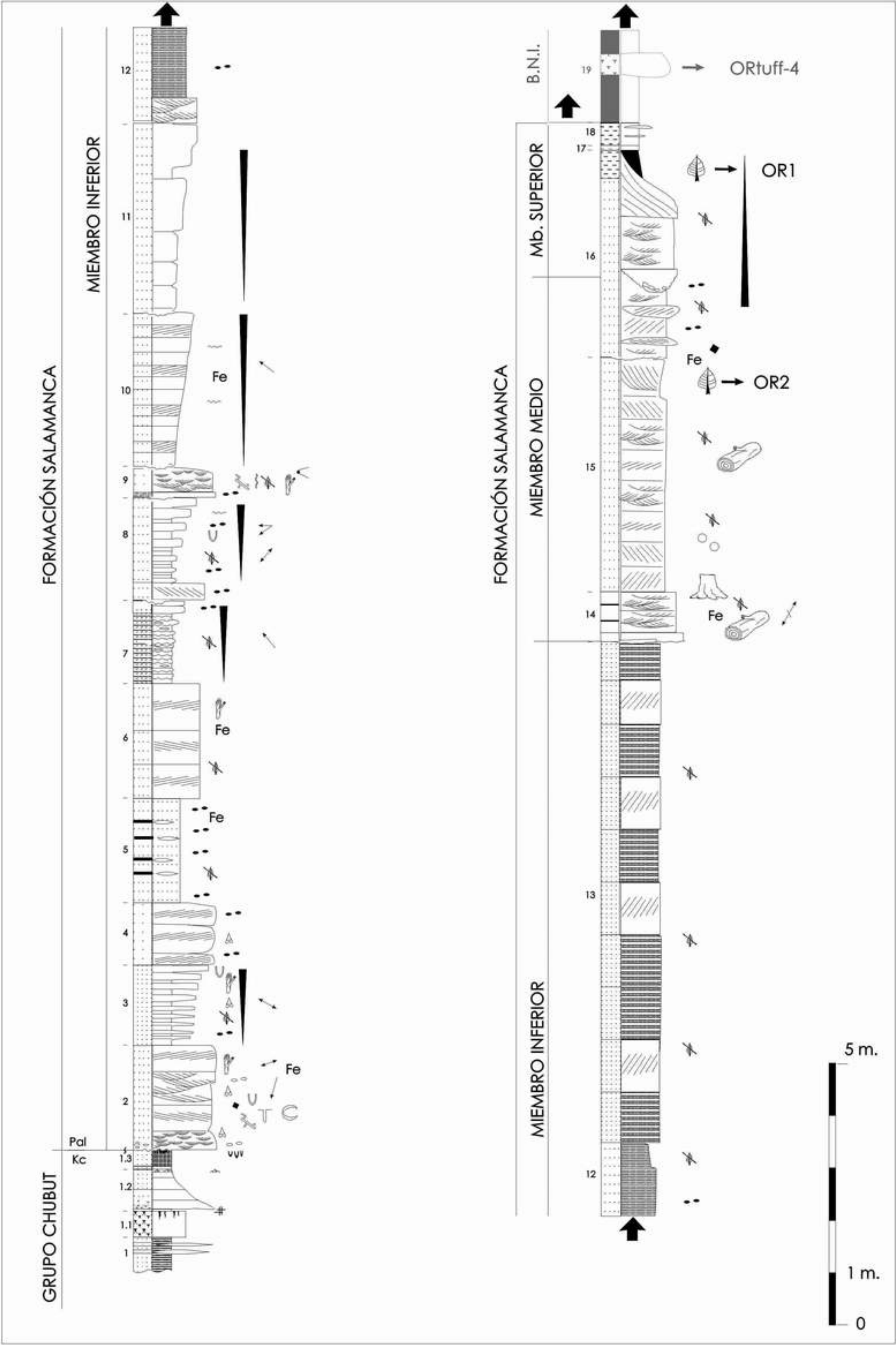


FIGURA 7.54_ PERFIL PARQUE PROVINCIAL ORMAECHEA

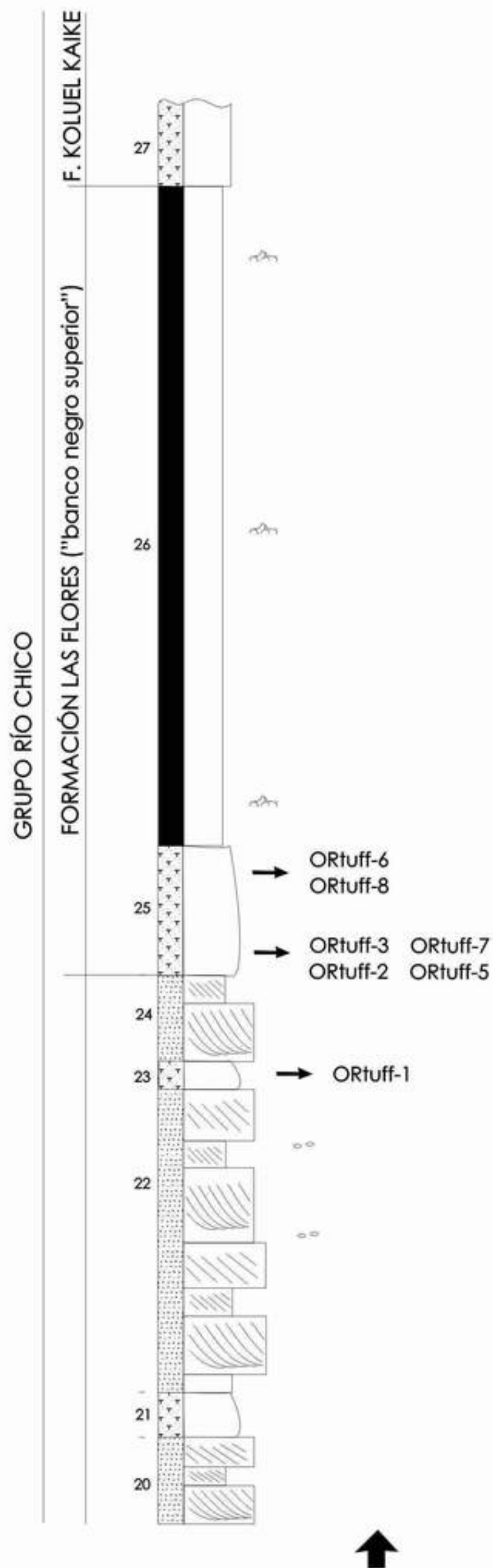
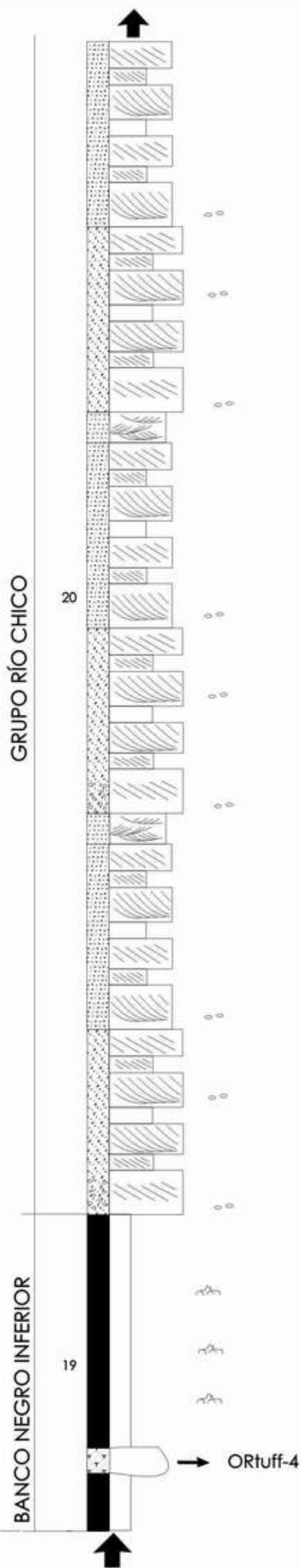


FIGURA 7.54_ PERFIL PARQUE PROVINCIAL ORMAECHEA (Continuación)

Cerrito de las Palmeras se observa como un pequeño promontorio amarillento, de unos 250 m. de largo con una escarpa al norte de 5-6 m. de alto (Figura 7.14 y 7.15), sus estratos inclinan, al igual que el flanco oeste del Anticlinal Grande (Cerro Abigarrado), con leve inclinación al SSO. Corresponde a facies laterales de la base del perfil Parque Provincial Ormaechea, que permiten reconocer las variaciones laterales de la Formación Salamanca a meso y mega escala.

Descripción del perfil (de base a techo):

Base: Sedimentitas del Grupo Chubut. Areniscas finas a medias, mal seleccionadas, con alto porcentaje de material piroclástico, tonalidades rosado-violáceas, friables, meteorizadas constituyendo típico paisaje en *bad-land*.

2 m. Contacto neto, no muy bien expuesto. Niveles heterolíticos, con mayor porcentaje de material pelítico, con estratificación tabular en estratos de 40 cm., que muestran laminación interna. A nivel de afloramiento, estas facies se presentan en forma muy fragmentada, con tonalidad castaño oscuro.

0,5 m. Estrato tabular de arenisca media, regularmente bien seleccionada, de color verde manzana, base erosiva con abundantes intraclastos redondeados en su base, de hasta 5 cm. de diámetro. Arreglo granodecreciente, en los 10 cm. superiores presenta estratificación ondulítica. Presencia de dientes de seláceos e impresiones-compresiones de ramas de delgado porte, de aproximadamente 1,5 cm. de ancho por 20 cm. de largo, en ocasiones con incipiente estado de silicificación.

4 m. Areniscas medias, regularmente mal seleccionadas, con bajo porcentaje de material pelítico, con estratificación tabular fina, laminación ondulítica, color verde manzana (Figura 7.14).

3,5 m. Canal lenticular de base erosiva. Areniscas medias color verde manzana, laminación horizontal y laminación ondulítica (Figuras 7.14 y 7.15).

1,7 m. Nivel 6: Areniscas medias bien seleccionadas color gris verdoso en lentes con artesas amalgamadas. Abundantes trozos de ramas delgadas, de 1 a 3 cm. de diámetro en todas direcciones, algunas considerablemente largas de hasta 35 cm. Estratificación entrecruzada de meso escala con óndulas en caras de avalancha (Figura 7.23). Óndulas de crestas continuas sinuosas (de 28 cm. de longitud de onda y 6,5 cm. de amplitud) y linguoides (datos en Tabla VII.1, $I_o = 8,45$; $I_a = 2,21$), con orientación de crestas, mayormente N 032-212°E. Laminación *parting* de rumbo N° 165-345°E. Estructura *herring bone* (“hueso de arenque”, Figura 7.16), moldes de calcos de carga en hexágonos de 3 cm. de diámetro. Fragmentos de madera carbonizada de 2 cm. de tamaño.

1,7 m. Lentes de arenisca media, con estratificación entrecruzada de bajo ángulo. Otros lentes son arcillíticos de color negro, en menor proporción, muy deleznales. Tallos silicificados con trazas de *Teredolites* (Figura 7.26). Tocones de palmeras con raíces basales adheridas (Figura 7.24), sumando 27 cm. de diámetro. Impresiones de pecíolos y hojas de palmeras, con disposición palmada de los segmentos (Morfortipos SA072, Lámina IX, Fig. I-L).

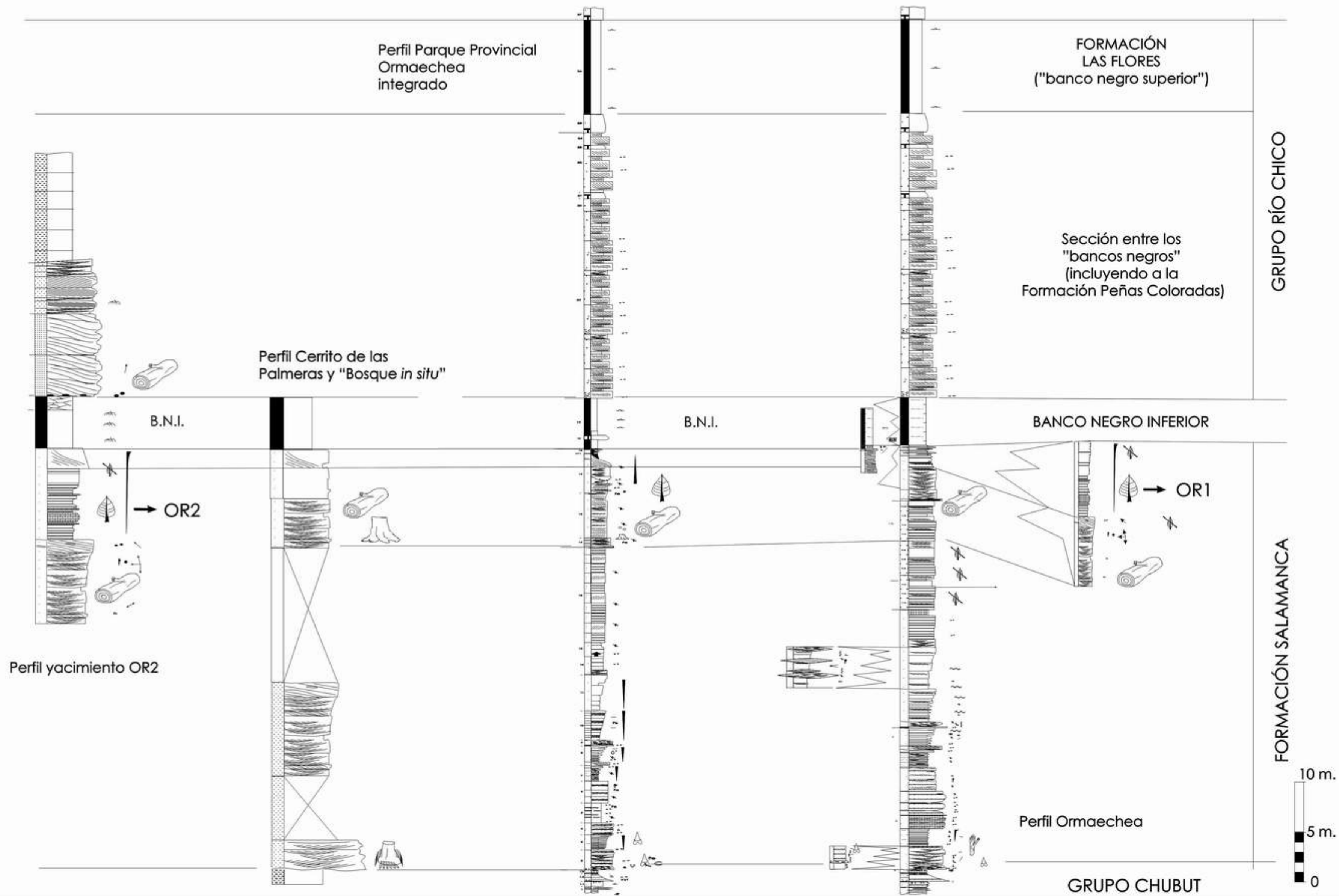
1,5 m. Areniscas gruesas a sabulíticas, cuarzosas muy angulosas, bien seleccionadas, en artesas amalgamadas de mesoescala (1,6 m. de extensión lateral por 0,4 m. de potencia) con escasos intraclastos, muy competentes por cemento silíceo.

El perfil continúa con un sector muy llano, en su mayoría cubierto, y vuelve a aparecer con buenas exposiciones, en el bosque *in situ* del Parque Provincial Ormaechea y el Cerro Colorado (Perfil Parque Provincial Ormaechea).

Tabla VII.1_ Mediciones de óndulas de cresta continua, en Nivel 6 del perfil del Cerrito de las Palmeras.

Ondula	λ =cm.	A=cm.	sotav	barlov
Sinuosas	6	0,7	2	4
Sinuosas	6	0,7	1,5	3
Sinuosas	2,5	0,5	0,5	1,6
sinuosas	6,5	0,6	3	5
linguoides	7,5	0,8	-	-

FIGURA 7.55_ CORRELACIÓN ENTRE LOS PERFILES DEL PARQUE PROVINCIAL ORMAEHEA



Perfil Palacio de los Loros (PL)

(Perfil Figura 7.56)

En la localidad de Palacio de los Loros es posible observar un espesor de 30 m. de la Formación Salamanca, que se encuentran expuestos en antiguas barrancas de la ladera al sudeste del Río Senguer. Sobre la planicie más baja se expone magramente el Grupo Chubut, con facies de la Formación Bajo Barreal. En discordancia se asienta la Formación Salamanca que expone mayor competencia en sus sedimentos y genera las barrancas empinadas que dan origen a la denominación de la localidad. Siguiendo el perfil hacia el sudeste, se expone el contacto con la Grupo Río Chico y la sección sigue con las típicas coloraciones rosas, rojas y negruzcas de este último. En la región existen numerosas secciones bien expuestas de los sedimentos de la Formación Salamanca, el propio “palacio de los loros” (Figura 7.17 y 7.19) corresponde a una sección óptima para observar toda la unidad a mesoescala. El perfil se realizó en las barrancas que rodean al gran cañadón y que incluyen los niveles portadores de las megafloras, a los S 45° 54' 48,3'' W 69° 12' 48,8''.

Descripción del perfil (de base a techo):

Base: Tufitas, de coloraciones grises del Grupo Chubut. 1m. Bancos tabulares tobáceos finos a medios, deleznales de tonalidades grisáceas a rosadas, abundante material piroclástico retrabajado como tufitas. En la porción superior, muy meteorizado, fracturado y con horizonte oxidizado (Figura 7.11).

Discordancia erosiva

0,30 m. Areniscas medias a finas, de tonalidad verde-clara, con entrecruzamiento de bajo ángulo y grano y estrato decrecientes (Figura 7.11), en estratos de 5 cm. Poseen briznas dispersas mal preservadas y clastos de madera carbonizada.

3 m. Areniscas finas con estratificación fina color verde manzana, con briznas dispersas de grandes dimensiones (2 cm.).

0,35 m. Arenisca gravosa a areniscas medias, ferruginosas color ocre o negro, en partes muy bioturbadas (masivo de bioturbación) con abundantes intraclastos pelíticos, a veces con finas capas de óxidos en superficies erosivas.

3,2 m. Base transicional. Niveles heterolíticos y facies pelíticas finamente laminadas con óndulas y microentrecruzamientos, estructuras *flaser*, *wavy* (ondulosa) y lentiforme. Se observa migración (escalonamiento) de óndulas (*climbing ripples*) tanto acrecionales como progradacionales. Abundante cantidad de materia orgánica en forma de briznas. Colores verdosos y grises. Presentan estructuras de corte y relleno con sedimento pelítico, de grandes dimensiones, con hasta 1,4 m. de erodación. Todo el banco es grano y estrato-creciente. En la porción superior los estratos llegan a tener 15 cm. de potencia y presentan artesas amalgamadas de pequeña escala.

2,5 m. Base plana. Areniscas medias, mal seleccionadas, verdosas, base fuertemente erosiva. Presenta grandes tallos permineralizados horizontales y orientados de gimnospermas y angiospermas, de hasta 50 cm. de diámetro y 8 m. de largo, sin desarrollo del raigón pero con cierto aumento del diámetro basal. Banco tabular grano y estrato-creciente. Primeros 0,6 m. con areniscas finas mal seleccionadas con estratos de 15-18 cm. granodecrecientes. Porción media y superior con estratos masivos de 0,5 a 1 m. de espesor.

1,6 m. Base plana. Areniscas gruesas con baja selección, grano y estrato-crecientes, con artesas pequeñas en la base y terminando con un banco masivo de 70 cm. de espesor.

- 3,2 m. Areniscas medias de baja selección, grano y estrato crecientes. Porción superior con entrecruzamiento sigmoidal de bajo ángulo, en *sets* de 90 cm. y artesas pandas. Base plana, techo erosionado.
- 9 m. Areniscas gruesas a muy gruesas, a veces con sabulitas subangulosas, bien seleccionadas, muy cuarzosas, color gris-blanquecino. Base neta erosiva ferruginosa, con intraclastos pelíticos con briznas foliares de 5 –10 cm. El relieve erosional alcanza los 3 m. Estratos cuneiformes de 35-60 cm. de potencia por 6 m. de extensión areal, con estratificación entrecruzada tabular. Los estratos tienen *sets* con Rbz N38°, N45° y N45°. También presentan potentes bancos cuneiformes de areniscas con entrecruzamiento sigmoidal con superficies de reactivación (Figura 7.20); en ocasiones los *sets* tienen más de 2 m. de potencia (Figura 7.18). Hacia el techo son más comunes los estratos tabulares con estratificación entrecruzada planar simple y tangencial simple. Presentan leños petrificados sin raigones con signos de erosión y desgaste por el agua. Culmina con 1 m. de arenisca gruesa ferruginosa muy competente en lentes pandos de 25-30 cm. de potencia entrecruzados, que forman las cornisas del “Palacio de los Loros”.
- 1,7 m. Base erosiva. Gran lente pelítico-limoso, con estratificación tabular, en partes laminado, que adquiere su mayor potencia en PL1 (Figuras 7.6 y 7.9) con estratos de 12-20 cm. Este lente es erosionado por el suprayacente, y generalmente se presenta como una carpeta de 5 cm. de pelitas fracturadas y oxidizadas o en forma de intraclastos pelíticos en la carpeta erosiva. Estos niveles corresponden al Yacimiento PL1, con muy buena preservación de improntas foliares de angiospermas, helechos y gimnospermas. También se extrajo una especie de bivalvo y compresiones de plumas de aves.
- 6,5 m. Base neta erosiva de areniscas finas regularmente mal seleccionadas, con gran proporción de material pelítico y limolítico. Estratos de 40 cm. de espesor con estratificación tabular de gran escala, tangencial simple y tangencial doble (Figuras 7.34 y 7.35), granodecrecientes tanto en sentido de progradación como en perfil. Se intercalan estratos menores de material limolítico de 10-15 cm. Presentan briznas vegetales y, en ocasiones, buena preservación de improntas foliares de angiospermas. En el tope pueden ocurrir lentes aislados de areniscas más competentes, de 2 m. de largo por 0,1 cm. de espesor. Lateralmente este banco se acuña con base horizontal y cambia a facies pelíticas con estratificación horizontal en estratos de 20-40 cm. de potencia, que copian el paleorrelieve inferior (Figura 7.30). La secuencia se inicia con un estrato masivo de arenisca media regularmente mal seleccionada con escasas compresiones foliares pero con buena preservación de forma y dimensiones. Poseen muy buena preservación y abundancia de compresiones foliares de angiospermas y gimnospermas en la mitad inferior (1,6 m.), más gruesa y limosa así como presencia de una especie de bivalvo. Compresiones y carbonizaciones no compactadas ocurren en la mitad superior (90 cm.), mucho más arcillosa, masiva, con conos de gimnospermas, infrutescencias y flores leñosas. Se completa la secuencia con 1,6 m. de areniscas medias a finas regularmente bien seleccionadas, de grano más grueso, de tonalidad verde clara.
- 1,7 m. Material limoso fino, muy friable, en estrato tabular pando, con pequeños espejos de deslizamientos similares a *slickensides* de 3-20 cm. de largo, marcas de raíces, bioturbaciones irregulares y fractura irregular. La porción inferior es gris-blanquecina y la superior negro oscura.
- 2 m. Limolitas blanquecinas-grisáceas masivas, con marcas de raíces (rizolitos).
- 3 m. Arcillitas y limolitas deleznales de tonalidades ocre y amarillo-verdosa clara, deleznales, con nódulos ferruginosos.

Siguen sedimentitas rojizas del Grupo Río Chico.

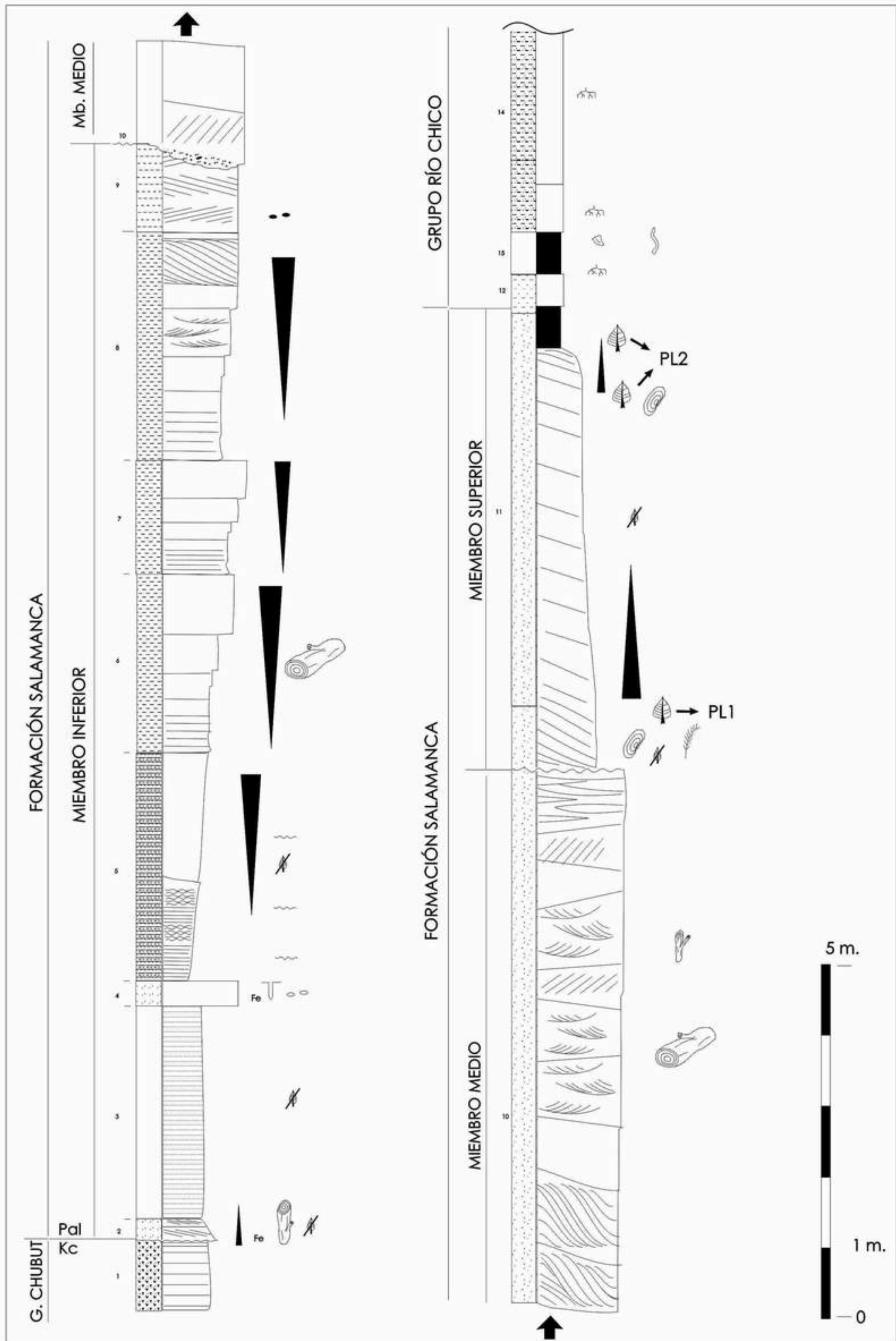


FIGURA 7.56_ PERFIL PALACIO DE LOS LOROS

Perfil Yacimiento Las Flores, Estancia La Campanita (LF)

(Perfil figura 7.58)

Este perfil se halla dentro del distrito Petrolero Valle Hermoso, Batería Las Flores 1. El campo pertenece a la Sra. Edna Viuda de Galán, Estancia La Campanita.

Debido a que en el área no ocurren afloramientos continuos, el perfil es integrado y proviene de dos secciones sedimentarias. La inferior, ocurre en una antigua barranca del Lago Colhue Huapi al este del casco de la estancia La Campanita, donde afloran 20 m. de perfil (S 45° 39' 40'': W 68° 35' 25'': figuras 7.36 y 7.37), Las secciones medias de este perfil pueden verse en sucesivos cortes del terreno dejados por la instalación de plataformas de pozos petrolíferos del Yacimiento Las Flores 2. La porción superior puede observarse en cortes naturales de unas lomas bajas al Sur del casco de la Estancia La Campanita, producto de la erosión de canales de ríos efímeros que bajan al Lago Colhue Huapi (S 45° 41' 25,5'': W 68° 36' 55,1'', figuras 7.45-53).

El perfil, en su porción basal y media, muestra un ordenamiento acorde a la estratigrafía y sedimentación de la Formación Salamanca para la región. La Fragmentosa, el miembro inferior de Frenguelli (1949), se inicia con estratos arenosos basales, de escasa potencia pero competentes, que se ubican en posición discordante sobre sedimentos piroclásticos del Grupo Chubut, se presentan con estratificación entrecruzada de muy bajo ángulo, portan fauna de invertebrados marinos, icnofaunas algo diversas y dientes de seláceos. Prosiguen facies heterolíticas, con abundante material orgánico como briznas vegetales, con laminación entrecruzada de gran escala y bajo ángulo y superficies de corte y relleno y de reactivación. Este miembro es sustituido de manera alternante con bancos arenosos regularmente mal seleccionados, con areniscas sabulíticas y areniscas medias a finas, de tonalidad verde claro, que en la región suelen estar muy cubiertas y sólo se reconocen en pequeños cortes producto de las locaciones petroleras. La sección alta de la secuencia, corresponde a sedimentos de la Formación Peñas Coloradas, del Grupo Río Chico. Las otras unidades del grupo, pueden volverse a ver recién en la localidad denominada Gran Barranca del Colhue Huapi (Figura 6.2), unos 4 km. al sur de los afloramientos analizados, donde aflora la Formación Las Violetas, y las sobreyacientes sedimentitas volcanoclásticas y paleosuelos de la Formación Koluel Kaike.

Descripción del perfil (de base a techo):

5,8 m. Gravas arenosas que pasan a areniscas gravosas, con abundantes intraclastos de areniscas finas de coloración verdosa y rojiza. En los 2 m. inferiores los intraclastos superan el 80% de los clastos psefiticos totales. Presenta estratificación entrecruzada de bajo ángulo. Clastos cuarzosos subangulares. En el sector medio aparecen sets con

- entrecruzamiento sigmoidal de 50 cm. de potencia, con capas de *mud-drapes* (recubrimiento pelítico). Artesas de pequeña escala decrecen en tamaño hacia arriba. La porción media es de tonalidad verdosa y la superior es rojiza.
- 1,10 m. Arenisca media a fina tobácea con clastos psefíticos muy dispersos de hasta 1,5 cm. de diámetro. Con lentes tobáceos pandos con estratificación tabular no continua. Coloración gris claro.
- 0,80 m. Estrato cuneiforme, de arenisca media tobácea de 80 cm. de espesor por 30 m. de extensión lateral, con niveles pelíticos finos (1 cm.) intercalados cada 7 cm. Coloración gris-violáceo claro.
- 3 m. Areniscas medias de color verde a borravino alternantes, con artesas amalgamadas y lentes de arenisca tobácea similar al nivel anterior. Los lentes son de base neta y plana y techo convexo.
- 0,80 m. Estrato cuneiforme tobáceo grisáceo con niveles pelíticos finos (1 cm.) intercalados, granodecreciente, de 70 m. de extensión lateral.
- 2,7 m. Arenisca media a fina laminada y “fragmentosa” en superficie, de coloración gris-verdosa, con abundante yeso y sulfuros relleno de grietas. Clastos sabulíticos polimícticos subredondeados dispersos.
- 0,50 m. Arenisca media a fina, laminada en sets con entrecruzamiento sigmoidal.
- 1,5 m. Arenisca media a fina laminada y “fragmentosa” en superficie, de coloración gris-verdosa, en estrato cuneiforme tobáceo grisáceo con niveles pelíticos finos (1 cm.) intercalados, pero más competente. Estratodecreciente. Hacia arriba aumentan las grietas con yeso tanto verticales como horizontales, y disminuye la competencia del estrato.
- 0,40 m. Pelitas y areniscas muy finas verde castaño, “fragmentosas” en superficie, base neta y plana.
- 0,50 m. Areniscas de base neta erosiva, con pequeña carpeta erosiva oligomíctica (intraclastos pelíticos). Se reconoció un clasto de 20 cm. de diámetro de origen óseo, correspondiente a una sección transversal de un hueso largo reptiliano.
- 1 m. Areniscas medias y gruesas con estratificación entrecruzada en un set (Rbz N5°/20°) y en lentes amalgamados de 6 m. por 20 cm. de potencia, de tonalidades verdosas, con nódulos discoidales ferruginosos dispersos de 7 a 10 cm. de diámetro.
- 1,8 m. Areniscas medias a finas, de tonalidades verde oscuras, en lentes entrecruzados a bajo ángulo. Lentes pequeños de 4 m. por 20 cm. Con mayor participación pelítica y abundantes niveles de *mud-drapes* (“fangos de decantación”) y niveles de yeso con abundantes nódulos ferruginosos pequeños. Estratificación entrecruzada con rumbo predominante N20°. Escasos lentes de arenisca gruesa de base plana y techo convexo de 5 cm. de potencia por 3 m. de largo. Así mismo ocurren sets entrecruzados sigmoidales y tangencial simple con lentes de arenisca entre el entrecruzamiento y superficies de reactivación con Rbz N25°/45°. Los niveles pelíticos poseen abundantes briznas vegetales y materia orgánica carbonizada entre niveles entrecruzados. Escasas bioturbaciones subverticales, algo sinuosas, de 1,5 cm. de diámetro por 7 cm. de largo, con paredes aglutinadas con arenisca. También tubos de 2 mm. de diámetro, sinuosos, subverticales, con paredes calcáreas (cementadas) de hasta 5 cm. de largo.
- 15 m. aproximados. Sección no aflorante.
- 0,40 m. Conglomerado fino sabulítico, color rojizo algo cementado, con troncos permineralizados de gran porte (30 cm. de diámetro), presentando perforaciones de diámetro grande. Actitud de la capa Rbz N70°/3°.
- 5 m. Areniscas sabulíticas gris blanquecinas en superficie meteorizada. Color verde manzana en corte fresco. Bien seleccionada, estratificación entrecruzada en estratos de 40 cm., el entrecruzamiento es en láminas de sabulitas y arenisca gruesa a muy gruesa, algunos estratos muestran gradación normal. Corresponden a un total de 7 estratos, con arreglo estratodecreciente. Clastos redondeados polimícticos, un 5 % son pumíceo-tobáceos, el resto epiclástico. Nódulos arenosos friables de 4 cm. de diámetro. Capas entrecruzadas con Rbz N75°, N70° inclinan 20°.

sin contenido de material pelítico. Pequeños troncos comprimidos de 8 cm. de diámetro, con rumbo general N90°.

Muestras de leños: LFT10 (angiosperma) y LFT11 (gimnosperma).

- 1 m. Contacto no muy visible, en ocasiones se desarrolla 1 m. de limo-arenoso fino. Coloración borravino-morado rojiza
- 0,40 m. Arenisca media, mal seleccionada, estratificación entrecruzada de bajo ángulo en estratos de 40 cm. Porción basal con intraclastos pelíticos de grandes dimensiones aislados, llega a presentarse un bloque limoso de 45 cm. de diámetro por 27 cm. de altura (Figura 7.52), con compresiones/impresiones foliares bien preservadas que permiten observación de venación de alto orden. En las facies gruesas también puede observarse hojas con regular a bajo grado de fragmentación en disposición tridimensional (Figura 7.51), en gran proporción son de margen entero y mantienen el pecíolo articulado, aunque la textura de la roca no deja preservar bien detalles menores en la venación de las hojas.
- 0,35 m. Estrato cuneiforme de limolitas y pelitas (fértils en muestras palinológicas, M.S. Raigemborn comunicación epistolar) con estratificación tabular fina con estructura masiva, con abundante materia orgánica y briznas. En la base un leño compactado y permineralizado. Contiene abundantes compresiones/impresiones foliares de angiospermas en buen estado de preservación, con bajo grado de fragmentación. Últimos 20 cm. con limo ferruginoso, estratificado en estratos de 12 cm., macizos, algunos con mala laminación. Abundantes briznas pequeñas e improntas foliares con regular estado de preservación. Coloración negra y castaño oscura.
- 1,6 m. Lente sabulítico gravoso de base erosiva, pasa a areniscas muy gruesas cuarzosas impregnadas en óxidos de hierro, con artesas amalgamadas de 1,5 m. de largo por 0,20 m. de potencia, con arreglos granodecrecientes. Las artesas se hacen más pandas hacia arriba y se intercalan con bancos de 25 cm. de sabulitas verdosas entrecruzadas. Un tallito pequeño de 20 cm. de largo en capas entrecruzadas, con Rbz N 140°E (Figura 7.48), otras paleocorrientes muy diversas. Improntas de ramillas y troncos de 2 cm. de diámetro por 15 cm. de largo con Rbz N80°/6°.
- 2,62 m. Canal con relleno de conglomerados finos y sabulitas, granodecreciente, base erosiva, de coloración verdosa, con troncos de grandes dimensiones, orientados (Figura 7.45).
- 8,3 m. Base erosiva. Arenisca fina a media de coloración rojiza (en meteorización) y verde claro con finos lentes rojizos en superficie fresca. Estratificación entrecruzada en artesas de 3,5 m. de largo por 40 cm. de potencia. Dos bancos con artesas y estratificación entrecruzada tangencial simple de muy bajo ángulo, en *sets* amalgamados (Figura 7.46).
- 5 m. Canal de base erosiva cóncava. 70 cm. de base de carpeta traccional de conglomerado, con entrecruzamiento en estratos de 1,6 m., granodecrecientes. Conglomerados polimícticos bien redondeados de hasta 5 cm. de diámetro, clastos imbricados Rbz N85°, N130°, N70°), con intraclastos arenosos de hasta 4 cm. de diámetro. El canal posee 5 m. de potencia por 50 m. de largo (Figura 7.46).
- 4 m. Prosigue el relleno del cuerpo anterior, con lentes de paraconglomerado sabulítico metido dentro de sabulitas gravosas.
- 30 m. aproximados. No aflorante. El perfil se continúa en la Gran Barranca (Figura 7.10).
- 30 m. aproximados. **Formación Las Flores.** Tobas grises muy meteorizadas, en paisaje de grandes *bad-lands*. Algunos niveles tobáceos-caoliníticos blanquecinos con bioturbación.
- 40-45 m. aproximados. Siguen **Tobas de Koluel Kaike.**



FIGURA 7.57_ PERFIL YACIMIENTO PETROLÍFERO LAS FLORES

SECCIÓN VII_3. DESCRIPCIÓN DE FACIES SEDIMENTARIO-TAFONÓMICAS

Las facies sedimentario-tafonómicas fueron descriptas adoptando fundamentalmente criterios de litología y estructura sedimentaria, poniéndose especial énfasis en las características del modo de preservación de los restos fósiles y tipo de fosilización, con el objeto de enmarcar, en conjunto, características tafonómicas en las facies y asociaciones de facies.

PELÍTICAS:

Fm:

Arcillitas y limolitas arcillosas. Generalmente se presentan como estratos tabulares de 2 a 40 cm. de potencia, de coloración gris que varía entre tonalidades claras a oscuras. Cuando tienen tonalidades claras a medias, suelen presentar compresiones-impresiones foliares muy bien preservadas, y fragmentos vegetales carbonizados y hasta momificados (cutículas). Cuando poseen tonalidades negruzcas, suelen presentar espejos de fricción, rizolitos, bioturbación en forma de tubos subverticales sinuosos y aislados, de escasos milímetros de diámetro y 1-6 cm. de largo. Además, suelen amalgamarse varios estratos, con superficies irregulares, llegando a desarrollar potencias de hasta 7 m. Es característico de estas facies, presentar superficies meteorizadas generando paisaje en *bad-lands*.

Ft:

Limolitas arenosas estratificadas, en estratos de 15 a 40 cm. de potencia. Generalmente se presentan como cuerpos tabulares de 5 a 25 cm. de potencia, que pueden seguirse por más de 100 m. en la horizontal. Sus contactos son netos y planos, aunque el techo puede estar más o menos erosionado por facies erosivas desarrolladas por encima de ellas. Presentan abundantes improntas foliares y briznas vegetales bien preservadas. En ocasiones, conservan restos cuticulares sobre las hojas así como estructuras florales. Característicamente, tienen asociado a *Cochlinchus*, como el ichnogénero más abundante (Figura 7.28), aunque también pueden presentar tubos subverticales algo sinuosos y estructura moteada por bioturbación, que le otorga tonalidades amarillentas por la oxidación diferencial. En estas facies se ha registrado la ocurrencia de un bivalvo articulado.

Fl:

Limolitas y psamitas laminadas en facies heterolíticas (sedimentación mixta). Comúnmente de tonalidad castaña clara a oscura en superficie meteorizada, pero gris oscura a castaña en corte fresco. Se han reconocido estructuras: wavy, flaser, ondulosa y lentiforme. Estas facies llegan a tener 1,5 m. de espesor, generalmente son de gran extensión areal y sus paquetes laminados van de 1 cm. a 5 cm. de potencia. Presentan laminación ondulítica, óndulas y óndulas en *climbing* (escalonadas). Contienen abundante materia orgánica oxidada en forma de briznas pequeñas, que raras veces exceden el centímetro de tamaño, pero se han reconocido también compresiones foliares con muy buena preservación de cutículas. Los restos de madera se encuentran carbonizados y compactados. Se reconoce bioturbación en forma de delgados tubos subverticales, sinuosos, con retrorelleno meniscado.

PSAMÍTICAS:**Sm:**

Areniscas masivas mal seleccionadas. Corresponden a areniscas de granulometría media a muy fina, con bajo porcentaje de material pelítico, son masivas, sin estructura, aunque pueden presentar gradación normal. Presentan tonalidades verdosas a amarillentas y se desarrollan en estratos lenticulares pandos de 0,5 a 2 m. de potencia y de 4 a decenas de metros de extensión lateral, con base plana y techo levemente convexo. En ocasiones, poseen base erosiva leve, portando intraclastos pelíticos aislados menores a 1 cm. de diámetro y generalmente no presentan restos fósiles, pero pueden ocurrir dientes de seláceos o preservar trazas fósiles al actuar como relleno de las cavidades correspondientes a bioturbaciones.

Estas facies también se han reconocido en lentes de base fuertemente erosiva, con abundantes intraclastos limo-arcillosos de gran tamaño, portando improntas foliares con bajo grado de preservación.

Sc:

Areniscas medias a finas con estratificación entrecruzada tangencial simple o sigmoidal, mal seleccionadas, con abundante material pelítico, con tonalidades gris oscuro a claro, se presentan poco competentes. Llegan a tener una potencia de 6 m. en un mismo set entrecruzado, de geometría tabular o tabular-acuñada. Los estratos entrecruzados oscilan entre 8 cm. y 40 m. de espesor y pueden preservar buenas improntas foliares.

Sp:

Areniscas medianas a gruesas o muy gruesas, bien a muy bien seleccionadas, con estratificación entrecruzada planar. Generalmente la estratificación entrecruzada es planar simple, presentando también tangencial simple y, en ocasiones, sigmoidal. Los estratos entrecruzados tienen un espesor de 3 cm. a 20 cm. e inclinación de bajo a gran ángulo.

Internamente, los *sets* presentan superficies inclinadas con óndulas de crestas continuas (facies Sr). Generalmente poseen tonalidades amarillentas, pero también se desarrollan coloraciones ocre y rojizas debido a un fuerte cemento ferruginoso. Presentan intraclastos pelíticos dispersos de grandes dimensiones (hasta 6 cm. de diámetro) y frecuentes capas pelíticas entre los planos, como *mud drapes* (fangos de decantación).

Se observa abundante material leñoso preservado ya sea compactados, incompletamente permineralizado, o en moldes. En raras ocasiones se han preservado restos foliares de grandes dimensiones, pero con muy bajo grado de preservación.

Se han reconocido en estas facies: dientes de seláceos, diversidad de bivalvos y escasos gasterópodos. Los icnogéneros más abundantes son *Thalassinoides* y *Arenicolites* y también la presencia de tallos con perforaciones de *Teredolites*.

Sa:

Areniscas medias a gruesas con estratificación entrecruzada en artesas. Las dimensiones de las artesas varían de 0,4 a 3 m. de extensión lateral y de 0,07 a 0,50 cm. de potencia. La orientación de las artesas es marcadamente unimodal. Los bancos arenosos que portan esta facies son tabulares y llegan a tener potencias del orden de los 3 m., pero comúnmente varían entre 0,5 a 1,5 m. En esta facies es posible reconocer también pequeñas capas de fango intercaladas entre los estratos entrecruzados, así como pequeños intraclastos pelíticos aislados, muy redondeados. Es común la presencia de nódulos ferruginosos y la presencia de abundantes clastos carbonosos retrabajados.

Estas facies pueden preservar grandes tallos de gimnospermas y angiospermas como permineralizaciones y reconocerse compresiones e impresiones de tallos menores, en ocasiones generando núcleos de concreciones ferruginosas, pero comúnmente los fragmentos vegetales son escasos.

PSEFÍTICAS:

Gt:

Sabulitas blancuzco-grisáceas, regularmente bien seleccionadas, clastos redondeados de 0,2 cm. a 2,5 cm. y estratificación entrecruzada planar. Pueden presentar intraclastos pelíticos en la porción basal y un leve arreglo granodecreciente. Son de composición oligomíctica a polimíctica, presentan abundantes clastos pumíceos. Se desarrollan como bancos tabulares o cuneiformes de 1 a 2 m. de espesor, amalgamados.

Pueden preservar grandes y pequeños tallos permineralizados pero con regular estado de preservación y algo compactados.

Gm:

Conglomerados finos a gruesos, clastosoportados, pero con abundante material psamítico como matriz. Su composición es polimíctica, con clastos que pueden tener un grado de redondez alto. Generalmente se presentan como estratos lenticulares de base erosiva, con potencias de 6 cm. a 90 cm. Pueden presentar clastos discoidales imbricados, pero no es común en la Formación Salamanca.

SECCIÓN VII. 4. ANÁLISIS DE FACIES Y ESTRATIGRAFÍA

De la descripción de los perfiles y la continuidad de las secciones aflorantes en el sector Occidental y Septentrional de la Pampa de María Santísima, y la distribución de las facies descriptas, pueden ser reconocidas tres entidades estratigráficas perfectamente distinguibles dentro de la Formación Salamanca (FS), denominadas aquí como Miembros: Inferior, Medio y Superior . Estos tres miembros se suceden en orden con espesores decrecientes que varían de 7 a 32 m. en el inferior hasta 8,2 a 9,4 m. el superior., y están caracterizados por sus facies y asociaciones de facies de la siguiente manera:

Miembro Inferior:

Se desarrolla con muy baja granulometría y bajo grado de selección. Aún así, en su sección más basal es posible reconocer bancos de selección buena y granulometría psamítica gruesa.

La sección basal se caracteriza por desarrollar arenitas muy gruesas a sabulíticas correspondientes a las facies Sa y Sp, con alta competencia y con potencias entre 0,5 m. y 2,5 m. Facies Sm y Sc ocurren en forma muy restringida, con delgados espesores. Las facies Sm, se presentan alternadas con facies Sp y Sa, portando una variada icnofauna de *Thalasinoides*, *Arenicolites* y tubos subverticales de pequeño diámetro (~0,7 cm.). Además, se han registrado dientes de seláceos y una fauna no muy variada de bivalvos y gasterópodos marinos que, en ocasiones, llegan a conformar delgados niveles conchiles del orden de pocos centímetros, como por ejemplo en el cerrito al oeste de la entrada al Parque Provincial Ormaechea (S 45° 48' 0,8''; W 69° 04' 06,7'').

En la localidad de Palacio de los Loros, es posible reconocer que, en la parte más inferior del Miembro Inferior, y en contacto neto con el Grupo Chubut, se depositan facies Sc con estructuras entrecruzadas de muy bajo ángulo en un *set* haciendo *on-lap* sobre la paleosuperficie de las sedimentitas del Grupo Chubut (Figura 7.11).

La mayor potencia de este miembro se encuentra desarrollada por facies Fl y Sm, correspondientes a sedimentación de baja energía, caracterizada, en general, por un progresivo aumento en la granulometría (arreglo granocreciente) y frecuentes arreglos estrato-crecientes, tabulares, que llegan a variar de pocos centímetros a 3 m. de espesor, caracterizados por presentar tonalidades verdosas, atribuidas a la presencia de abundante contenido de glauconita, y que identifica la base de la Formación Salamanca a escala de afloramiento (Fotos 7.1 y 7.17). Estos estratos no presentan abundante material fósil, solamente briznas vegetales oxidadas y en mal estado de preservación en facies Fl. También es posible reconocer dientes de seláceos, escasos moldes internos de gasterópodos en facies Sm, y bioturbación de tubos subverticales, tanto simples como en U, de una diversidad relativamente baja.

Es de destacar la presencia de depósitos areniscosos gruesos correspondientes a facies Sa, que se desarrollan en un área restringida del Parque Provincial, entre el Cerro Colorado y el Cerro Abigarrado (S 45° 49' 47,9''; W 69° 03' 09,4''), como un lente de no más de 200 m. de extensión lateral y 4,5 m. de potencia, con areniscas medias y gruesas bien seleccionadas, en lentes amalgamados, con fábrica estrato y granocreciente, con estratos de hasta 0,5 m. de espesor por 6 m. de extensión lateral, con estratos delgados de facies Sp con estratificación entrecruzada simple, de bajo ángulo (Figuras 7.14 y 7.15), que en ocasiones se dispone en sentidos opuestos formando la

estructura *herring bone* (“hueso de arenque”) (Figura 7.16). También se ha observado facies Sp con estratificación entrecruzada de mesoescala, con óndulas de crestas continuas (Sr) en cara de avalancha (Figura 7.17), con índice de óndula= 5-10,8 e índice de asimetría = 3,2-1,66. En los niveles superiores de esta lente, se han hallado al menos tres bases caulinares de Palmeras (una en posición subhorizontal, Figura 7.18), y moldes de hojas palmadas del mismo grupo y abundantes impresiones de tallos con diámetro pequeño. Algunos de ellos se presentan en incipientes estados de silicificación, compactados y perforados por *Teredolites*, de 0,7 a 0,2 cm. de diámetro (Figura 7.20).

Para el Miembro Inferior se midieron 32,2 m. en el Parque Provincial Ormaechea, y 13,65 m. en Palacio de los Loros.

Los niveles plantíferos del Miembro Inferior, corresponden a los más antiguos para la Formación (al menos para el margen occidental de la cuenca), que aunque sin buena preservación de compresiones (más que un posible afloramiento en la Estancia Rancho Grande, en las cercanías de a boca del río Chico, Figura 6.3), porta el nivel de estípites de palmeras permineralizados descritos por Romero (1968) como *Palmoxylon patagonicum* (en esta tesis se brinda una posición estratigráfica más precisa, véase perfil del Parque Provincial Ormaechea). Las improntas de hojas de palmeras, se encuentran en facies Sa muy gruesas, que permiten sólo la observación de caracteres morfológicos generales (Ver Sección IX, Morfotipo SA032).

Miembro Medio:

Se apoya sobre el Miembro Inferior mediando una base discordante levemente erosiva, donde normalmente se desarrolla una capa ferruginosa de color ocre (Figuras 7.17 y 7.20). Se caracteriza por presentar bancos areniscosos cuneiformes, competentes, con estratificación entrecruzada tangencial simple y doble, con selección de grano relativamente buena, correspondientes a facies Sp y, con menor proporción de niveles de material más fino (facies Sc y Fl) entre capas entrecruzadas y pequeños niveles entre los sets. Presenta abundantes briznas vegetales. En ocasiones (perfil Palacio de los Loros, figura 7.18), se presenta con superposición de facies Sc generando ciclos de diferente orden, tanto progradantes como agradacionales. En otras ocasiones (perfil de Palacio de los Loros y de Ormaechea, Figuras 7.20 y 7.21) se presentan alternancias de facies Sp y Sa con planos entrecruzados orientados mayormente hacia N° 45°.

Este miembro también se caracteriza por preservar una gran cantidad de troncos permineralizados con sus raigones tanto en posición horizontal como orientados preferencialmente (en la mayoría de los casos), como *in situ* (sólo en un área del Bosque Petrificado Ormaechea, ver

Figuras 7.59-7.62). También ocurren facies más finas (Fl) y con menor selección de grano, de coloración verde oscura que, en ocasiones, presentan buena preservación de improntas foliares (**OR 2**) y que corresponden a las facies que sepultaron los tocones *in situ*.

En la localidad del Bosque Petrificado de Ormaechea, la sección superior del Miembro Medio, desarrolla amalgamamiento de pequeños canales con facies Sm, Sp y Sr, interdigitados con facies Fl en pequeñas cuñas de 15-20 cm. de alto por 2 m. de extensión (Figuras 7.38 y 7.39).

En la localidad de Palacio de los Loros, es posible reconocer que los restos de leños preservados fueron erodados y desgastados superficialmente por el agua y la arenisca, previamente a ser permineralizados. Esto sustentaría la interpretación de un período prolongado de transporte previo al sepultamiento definitivo para estos restos vegetales, también evidenciado en esa localidad, la orientación preferencial de los leños, y su preservación en caras de avalancha en estructuras entrecruzadas. De este nivel provendría el material de madera fósil recolectado por Frenguelli, y que fuera determinado como una leguminosa (Fabaceae) por Brea, *et al.* (en prensa).

El Miembro Medio posee 5,5 m. de espesor en el perfil de Ormaechea y 9 m. de espesor en el perfil de Palacio de los Loros.

Miembro superior:

Se desarrolla con un espesor menor al de los otros miembros de la Formación Salamanca, llegando a 5 m. y se ubica estratigráficamente por debajo del Banco Negro Inferior. En su base es posible reconocer un contacto erosivo, que puede desarrollar superficies escindidas de hasta 2 m. (Figuras 7.7 y 7.8). Normalmente, la superficie de erosión se encuentra remarcada por la acumulación de óxidos que brindan un color ocre a la paleosuperficie (Figuras 7.30 y 7.33). Grandes canales con fuertes superficies de erosión son muy escasos, y en todos ellos, la granulometría no supera la de areniscas medias mal seleccionadas. Un ejemplo de estos canales se expone en sección, dentro del Parque Provincial Ormaechea (Figura 7.31) y constituye el yacimiento de compresiones **OR1** de este trabajo. En este afloramiento es posible reconocer una superficie de escisión de 2 m. erodando sobre facies Sa del Miembro Medio, con una pared inclinada de aproximadamente 60°, y un relleno sedimentario con facies Sm y Fl. Sobre la base erosiva, es posible reconocer intraclastos pelíticos redondeados de grandes dimensiones, donde aún se observan restos de la estructura sedimentaria. Un gran bloque de 45 cm. de largo por 20 cm. de alto preserva estructura y compresiones foliares (Figura 7.32). El Miembro Superior, en general, se caracteriza por presentar un arreglo general granodecreciente, con areniscas regularmente seleccionadas (facies Sp y Sa), con estratificación

entrecruzada en artesas amalgamadas de meso a gran escala (facies Sa) y culminar con estratificación entrecruzada tangencial simple, doble o sigmoidal (facies Sc) con mayor proporción de material pelítico; todas ellas contienen material vegetal transportado y preservado como compresiones, donde las estructuras reproductivas y cutículas son abundantes.

El Miembro Superior se expone con variaciones faciales laterales. Las facies Sc se disponen con fuerte progradación de estructuras entrecruzadas de gran escala, que llegan a progradar por más de 600 m. (Figuras 7.33, 7.34, 7.35), ocurriendo dichas progradaciones en *sets* homoclinales con direcciones variables en cada exposición, lateralmente se resuelve en una corta cuña sedimentaria de base plana, que puede extenderse como un pequeño banco de hasta 20 cm. de areniscas medias mal seleccionadas (facies Sc). Lateralmente a estas cuñas, las facies se resuelven con cambios de litologías algo bruscos (contacto angular neto, figura 7.42), desarrollando materiales pelíticos en forma de bancos horizontales superpuestos (facies Ft; figuras 7.30 y 7.42) de hasta 4,5 m. que llegan a alcanzar una larga extensión (200 m.). El Miembro Superior culmina con bancos potentes y muy extendidos, con signos de edafización, que frecuentemente se amalgaman al Banco Negro Inferior, en ocasiones haciéndose prácticamente imposible la distinción del contacto entre uno y otro.

Para el Miembro Superior se midieron 9,4 m. de espesor en el Parque Provincial Ormaechea, y 8,2 m. en Palacio de los Loros.

Las facies Sp con mala selección y las Ft suelen ser las que mejor preservan el material en compresiones y carbonizaciones, conservando en ocasiones, estructuras en tres dimensiones, con abundante cutículas sobre las compresiones, e inclusive restos en conexión orgánica. En estas facies también son relativamente comunes los rizolitos verticales aislados y la bioturbación de tipo estratal horizontal (*Cochlinchus*, figura 7.22). Facies Sm y St con baja sección y con abundante materia orgánica, normalmente se presentan muy bioturbados, con coloraciones ocre-amarillentas y olor sulfuroso. Las facies Fl y Fm sobrepuestas y bien seleccionadas preservan moldes e impresiones de valvas de un molusco con areniscas poco marcadas y chanela muy débil (Figura 7.40), casi inexistente. También se han rescatado dos ejemplares de plumas bien preservadas (Degrange, *et al.*, 2006). Importante es notar que esta secuencia se ha reconocido en varias secciones de la Formación Salamanca para esta tesis, y no ha sido diferenciada en publicaciones previas, más que por la presencia de compresiones foliares y datos palinológicos. Los análisis de este miembro en el sector occidental ha evidenciado una asociación palinológica netamente continental, con una gran diversidad de angiospermas (Matheos, *et al.*, 2005).

Banco Negro Inferior:

Se caracteriza por presentar facies Fm, es prácticamente imposible reconocer límites entre estratos, y se suceden con un espesor de 4,82 m. (en el Parque Provincial Ormaechea) a 2,7 m. (en Palacio de los Loros). Su base generalmente es transicional desde facies Fm y Ft del Miembro Superior de la Formación Salamanca o de la sección superior de las capas entrecruzadas de mesoescala del Miembro Superior. En su textura el Banco Negro Inferior se presenta como un material limoso o arcillítico homogéneo, de tonalidades grises a negras, con rizolitos y *slickenside*. Puede presentar pequeños lentes areno-limosos de coloraciones grisáceas con estratificación entrecruzada de pequeña escala inmersos en estratos masivos de limo-arcilloso. En general presenta alto grado de bioturbación (masivo de bioturbación).

Sección entre los “Bancos Negros”:

Existe una corta sección de 31 m. existente entre el Banco Negro Inferior y lo que Feruglio (1949) denominó como Banco Negro Superior en el Cerro Abigarrado (y aquí se correlaciona con la Formación Las Flores). El Banco Negro Superior y “bancos negros medios” se han reconocido tanto en trabajos previos como en campañas de reconocimiento realizadas en otras áreas de este trabajo de tesis, en la zona entre Punta Peligro y Pico Salamanca (Figura 6.1) y en Cañadón Hondo. En las mismas áreas (centro y este de la Cuenca del Golfo San Jorge) también se reconoció una sección media entre estos niveles, que aquí, en el oeste de la cuenca, se correlaciona con los 31 m por encima del Banco Negro Inferior y por debajo de la Formación Las Flores. Esta sucesión se ha analizado sólo en el perfil del Parque Provincial Ormaechea, aunque también se reconoció en el Cerro Abigarrado y Palacio de los Loros. Sólo presenta restos de tallos parcialmente permineralizados y cuya preservación contrasta notablemente con las de la Formación Salamanca. Corresponde a facies fluviales con canales de energía media, con abundante material piroclástico re trabajado en mayor o menor medida y desarrollo muy común de paleosuelos. Esta sección remata en un “banco negro” de 7-30 m. de potencia, masivo o con pequeños lentes grises areno-limosos con microentrecruzamiento (facies Ft) inmersos en potentes estratos limo-arcillosos (facies Fm), que poseen rizolitos y *slickenside* evidenciando superposición de paleosuelos. Por las características vistas más arriba y la posición estratigráfica, esta sección se correlacionaría con la porción más alta del Miembro Hansen descrito por Andreis, *et al.* (1973) para los paquetes sedimentarios ubicados por encima del Banco Negro Inferior y debajo de los grandes canales de la Formación Peñas Coloradas (zona de *Carodnia*)

y por Andreis (1977) como sección superior del Miembro Hansen, para la zona de Cañadón Hondo. Importante es notar que esta secuencia, no ha sido frecuentemente indicada en la literatura, y corresponde a una sección por encima del Banco Negro Inferior y por ende en este trabajo, ubicada dentro del Grupo Río Chico. De esta sección provendría la datación radimétrica K/Ar⁴⁰ de Andreis (1977) de Cañadón Hondo, y también provienen parcialmente las muestras de la localidad del Parque Provincial Ormaechea, datadas mediante ⁴⁰Ar/³⁹Ar, de este trabajo de tesis (Ver sección VIII).

Sección del Yacimiento Petrolífero Las Flores I (Formación Peñas Coloradas):

En el sector sur de la Estancia La Campanita, se reconoce esta sección denominada del “Yacimiento Petrolífero Las Flores I”, correspondiente a areniscas gruesas, bien seleccionadas, de tonalidades blanquecinas, con entrecruzamiento en artesas amalgamadas de mediana y gran escala, que hacia la parte alta se observan dentro de grandes sistemas de canales con escasa acreción lateral, en estratos gruesos, que desarrollan carpetas conglomerádicas basales y areniscas sabulíticas y conglomerádicas (facies Gt y Gm). En esta sección se han preservado la mayoría de los grandes troncos petrificados que ocurren en los alrededores de la estancia, algunos (como el ubicado en W 45° 41' 23,9''; S 68° 36' 41,9'') llegan a tener portes de 80 cm. de diámetro y se preservan hasta con 4,5 m de largo, algunos raigones (volcados y transportados) llegan a los 1,3 m. de diámetro. En los canales también ocurren troncos petrificados, en su mayoría de porte medio a pequeño, donde se reconoce una orientación preferencial de los mismos (Figuras 7.45 y 7.48) acompañando la estratificación entrecruzada de gran escala correspondiente a la acreción lateral del canal. Como preservación excepcional, se han recolectado impresiones/compresiones foliares de angiospermas en areniscas gruesas, mal seleccionadas, dentro de estos canales, en estratos entrecruzados de bajo ángulo, aunque los detalles de la venación no se encuentran bien preservados, sí se preservan caracteres de forma, dimensiones y pecíolos (Figuras 7.50 y 7.51). En una pequeña loma ubicada entre los afloramientos de la sección media y superior del perfil, puede reconocerse una pequeña lente de material pelítico y limoso que ha quedado atrapada entre los cuerpos canaliformes, con preservación de óndulas linguoides y en cuyos sedimentos se han recolectado más de 600 impresiones y compresiones foliares de angiospermas con muy buena preservación, restos de helechos y estructuras florales (ver sección IX). Similar preservación de restos vegetales se han recolectado en grandes intraclastos (Figura 7.50) de material pelítico en la base del relleno de canales a modo de *lags*. Todos estos restos corresponden al mismo nivel estratigráfico y corresponden al yacimiento LF.

Sobre el sistema de canales de areniscas gruesas a conglomerádicas, color blanquecinas, se disponen canales de mayor escala, con areniscas gruesas a medias, rojas, con selección regular a buena, con lentes amalgamados portando artesas de pequeña y gran escala. (Figura 7.45). Por sobre estos niveles nuevamente erosionan sistemas acanalados con sedimentos muy gruesos y fuerte carpeta conglomerádica erosiva, que llega a desarrollar intraclastos de 40 cm. de largo. Estos nuevos canales no poseen acreción lateral, pero sí imbricación de clastos con Rbz E-NE, como así también mejor selección del sedimento. En los canales superiores, no se han encontrado grandes troncos petrificados, aunque sí fragmentos de éstos mezclados en los conglomerados basales de los canales, por lo cual su origen podría ser de segundo ciclo o retrabajo de capas inferiores.

En el área del Yacimiento Petrolífero Las Flores 1, no existen buenos afloramientos por encima de la secuencia descrita, los más cercanos ocurren muy cerca de la Gran Barranca del Colhue Huapi (Figura 6.2), donde la secuencia comienza en su sección más basal con la Formación Las Flores. Tampoco es evidente la presencia de Bancos Negros en la región, por lo que se interpreta que los sistemas fluviales de alta energía que se presentan en la porción alta del perfil habrían erodado al Banco Negro Inferior en esta localidad y producido un hiato sedimentario más importante que el reconocido entre las localidades de Punta Peligro y Pico Salamanca, en donde La Formación Peñas Coloradas del Grupo Río Chico, posee sistemas fluviales canalizados de grandes dimensiones que llegan a socavar hasta contactar el Miembro Banco Verde de la Formación Salamanca.

El fuerte cambio litológico y sedimentológico está influenciado por cambios bruscos en el nivel de base, evento que ha sido interpretado en el este de la Cuenca del Golfo San Jorge y en subsuelo por Legarreta y Uliana (1994) como una discordancia regional de edad aproximada a los 60 ma. (ver sección VI_4). Importante es notar que esta secuencia en el Yacimiento Petrolífero Las Flores I, no ha sido indicada en publicaciones previas, y debido a las características sedimentológicas, composicionales y paleoambientales, en este trabajo, al igual que en Raigemborn, *et al.* (2007), en prensa) se correlaciona con la Formación Peñas Coloradas dentro del Grupo Río Chico.

SECCIÓN VII_ 5. ANÁLISIS PALEOAMBIENTAL:

Habiendo analizado secciones de la Formación Salamanca en el margen occidental de la Pampa de María Santísima, realizado el análisis de facies y definidas tres secciones estratigráficas bien delimitadas y homogéneamente distribuidas en el área occidental de la cuenca, es posible reconocer diferentes paleoambientes sedimentarios para cada miembro de la Formación Salamanca:

Miembro Inferior:

Este miembro contacta a la Formación Salamanca con las sedimentitas cretácicas del Grupo Chubut (Formación Bajo Barreal), este contacto está caracterizado por una superficie erosiva, paraconcordante. El contacto corresponde a un pasaje de sedimentitas continentales finas a medias varicolores, con alta proporción de material piroclástico, desarrollados en una planicie de inundación fluvial y con signos de edafización (rizolitos y arcillas varicolores), sobre la cual transgreden psamitas amarillentas con buena selección y con presencia de abundante fauna de invertebrados marinos, aunque no muy diversa. Sus facies sedimentarias corresponderían a una sedimentación con preponderancia tractiva y de relativa alta energía (facies Sm). El límite se reconoce como un contacto neto en todos los afloramientos en donde ocurren ambas unidades formacionales. La superficie de contacto entre ambas unidades, se realiza por medio de una discordancia erosiva de bajo relieve y cuyos sedimentos infrayacentes se interpretan como correspondientes a un progresivo evento de inundación marina. En el yacimiento petrolífero Las Flores 2 (Unidad Las Flores 4, S 45° 39' 40''; W 68° 35' 25'', figuras 7.36 y 7.37), es posible reconocer sobre esta superficie, grandes rodados intraformacionales, en muchos casos con buena consolidación e inclusive la presencia de huesos reptilianos grandes redondeados. En ciertas zonas (como es el caso de un cerrito aislado a escasos 200 m. al NE de la casa del guardaparques, S 45° 49' 04''; 69° 03' 56,1'', figura 7.29), estos sedimentos no se preservan, y el contacto se evidencia por la presencia de bioturbaciones con en icnogénero *Arenicolites*, que penetran en las sedimentitas del techo del Grupo Chubut y son rellenas y sepultadas por sedimentos finos, glauconíticos, que evidencian cierta profundidad. Vale decir entonces, que los organismos marinos que produjeron estas trazas, tuvieron como substrato las sedimentitas cretácicas continentales (Figura 7.29, detalle).

La mayor potencia del Miembro Inferior corresponde a la acomodación de sedimento arenoso mal seleccionado con abundante material orgánico intersticial, que evidencian acción de olas (inferido también de los índices de óndulas en facies Sp y Sr) y marea (facies heterolíticas Fl), que alternadamente depositaron pelitas y limonitas, con eventos de corte y relleno menos marcados y muy pandos, en ciclos granodecrecientes y de 3-4 m. de potencia. En general, puede decirse que ocurrieron procesos de baja capacidad de selección.

Una sección muy particular del Miembro Inferior corresponde a la pequeña lomada ubicada entre el Cerro Colorado y el Cerro Abigarrado (S 45° 49' 47,9''; W 69° 03' 09,4'') en donde se interpretan la acción de oleaje, caras de avalancha de megaformas, probablemente *wash over* (superficies de lavado) y bioturbación diversa, donde también se han recolectado estípites y hojas de

palmeras (Arecaceae). Se ha interpretado a este conjunto como facies de cara de playa infra y supra mareal, con presencia de estípites *in situ* y niveles de enraizamiento (Figura 7.24). Para estos niveles sólo se han recolectado leños permineralizados correspondientes a pequeñas ramas, en su mayoría bioturbados por *Teredolites* (Figura 7.26), por lo que se interpretan como transportados desde una zona alejada de la cara de playa; no ocurriría lo mismo con las Palmeras, que sí están *in situ* en la zona cercana a la costa arenosa marina.

La fauna marina, aunque no muy variada, evidencia condiciones de salinidad normal para el mar epicontinental desarrollado durante la acumulación de este miembro, inclusive hasta el margen más occidental de la cuenca. En particular los dientes de seláceos pueden ser asignados al género *Carcharias*, el cual responde a condiciones marinas normales (A. Cione, comunicación epistolar).

El Miembro Inferior, de tonalidad verde oscuro a claro, podría correlacionarse a dos de los bancos descritos por Feruglio (1949) como Miembro Fragmentosa y Miembro Banco Verde, con similar disposición, para la región occidental de la cuenca en los alrededores de Comodoro Rivadavia.

El Miembro Inferior, muestra claramente un aumento progresivo en la energía (evidenciado por un aumento general de la granulometría), que es interpretado como una somerización o progradación de la línea de costa. Esto correspondería a la etapa del *Transgressive System Tract* (período transgresivo del mar), inicial, media y tardía, y quizá parte inicial del *Highstand System Tract* (período de nivel de mar alto).

Miembro Medio:

El Miembro Medio comienza sobre una superficie erosiva muy tenue, de contacto neto con el techo del Miembro Inferior. De granulometría mucho más gruesa que el infrayacente y definitivamente de mejor selección, la sección inferior y media del Miembro Medio corresponde a lo que clásicamente se definiera, para la Formación Salamanca, como depósitos estuárico-deltaicos, barras litorales, etc... (Martínes, 1992; Matheos, *et al.*, 2005)

Los cuerpos arenosos son interpretados como depósitos subácueos con acreción lateral y acreción frontal (Facies Sm y St). En la localidad de Palacio de los Loros, se desarrollan ciclos de acumulación en forma de grandes sigmoides (Facies St), que han sido interpretados como pertenecientes a barras litorales y grandes cuerpos canalizados con estratificación entrecruzada en varias direcciones, que han sido vinculados con canales de mareas (Martínez, 1992). La presencia de fangos en lentes (recubrimientos) y la abundante cantidad de intraclastos pelíticos, evidencian la acción marcada de las mareas en la sedimentación.

La carencia de fauna marina, la baja diversidad de bioturbación y la presencia de esporas de algas Zignemataceas (Bellosi, *et al.*, 2000; Matheos, *et al.*, 2005) evidenciarían condiciones de mezcla para las aguas y/o aportes de agua dulce desde el continente. Estas mismas condiciones las habrían sugerido Chebli y Serraiotto (1974) basados en la presencia de *Ilyocypris*, un ostrácodo de agua dulce, para el sector septentrional de la cuenca (ver Sección VI_5).

Los grandes leños preservados como permineralizaciones en la mayor extensión del bosque petrificado del Parque Provincial de Ormaechea, corresponden a la sección superior del Miembro Medio, donde también se hallan, en parte, orientados e incluidos en barras de areniscas gruesas a sabulíticas bien seleccionadas (Facies St) (Figuras 7.21 y 7.22). Una excepción corresponde al hallazgo en una de las primeras campañas realizadas para esta tesis, del “bosque petrificado *in situ*” (Figuras 11.1-11.7, Sección XI), un área muy pequeña dentro del Parque Provincial Ormaechea, donde los grandes tallos han quedado en posición de vida como relicto de una comunidad leñosa madura que se habría desarrollado por sobre las facies deltaicas. Los tocones preservan el desarrollo de los grandes sistemas de raíces tanto horizontales como pivotantes (Figuras 11.3; 11.5 y 11.6). El sustrato portador de los raigones no evidencia un desarrollo de suelo importante, pero sí preserva la estructura sedimentaria original con estratificación entrecruzada en artesas con facies St y Sa (Figura 11.4), por lo que de haberse desarrollado algún suelo, éste fue totalmente erosionado con posterioridad. La altura de preservación de los tocones es bastante homogénea, de aproximadamente 54 cm. Se ha podido determinar que el sedimento que los rodeó y, que probablemente con posterioridad también los sepultó, corresponde a facies St y Sa con mala selección y abundante materia orgánica en briznas y fragmentos carbonosos, con capas inclinadas a muy bajo ángulo y, en ocasiones, con marcas de rizolitos y abundante yeso en niveles horizontales, que son interpretadas como llanuras de mareas con períodos subácueos y subaéreos.

Otra excepción interesante desde el punto de vista paleobotánico, corresponde al yacimiento **OR2**, dentro del Parque Provincial Ormaechea, donde entre finas láminas tabulares heterolíticas (facies Fl) con inclinaciones de muy bajo ángulo, ocurre una muy buena preservación de compresiones de hojas y semillas, muchas de las cuales preservan exquisitamente las cutículas en su superficie. En esta localidad se ha recolectado una colección de 207 ejemplares de compresiones/impresiones vegetales, los cuales en ocasiones presentan conexión orgánica, aunque el estado de fragilidad de las finas láminas pelíticas, sumadas al craquelamiento de las arcillas expansivas generan un muy difícil trabajo de recolección de muestras para la localidad.

La sección más superior del Miembro Medio, puede presentar, como es el caso en un corte del Parque Provincial Ormaechea (S 45° 49' 59''; W 69° 03' 12''), pequeños cuerpos canalizados de

facies Sm y St de corta migración lateral entre bancos cuneiformes de facies Fl, con abundantes intraclastos pelíticos (Figuras 7.38 y 7.39), que son interpretados como canales interdistributarios sobre la planicie deltaica, y donde la influencia de las mareas aún es evidente. El material vegetal corresponde sólo a briznas e impresiones de hojas muy fragmentarias. El apilamiento de las estructuras sedimentarias y el sepultamiento del bosque *in situ*, evidencian un gran espacio de acomodación (si bien habría retrabajo del paleosuelo, al no preservarse al menos las capas superiores, ver Figuras 7.60-7.61).

Las características de un desarrollo de progradación del sistema deltaico, los cambios de facies verticales de un frente deltaico hacia una planicie deltaica y la ausencia de cambios bruscos de nivel de mar indican, para los tiempos del Miembro Medio, neta progradación de la línea de costa, producida por una tasa de aporte importante que localmente fue mayor que la tasa de creación de acomodación y que caracteriza las etapas de *Highstand System Tract* (período de nivel de mar alto) o parte inicial (al emplazarnos en el borde de cuenca) del *Regressive System Tract* de velocidad muy leve (regresión marina).

Miembro Superior:

El Miembro Superior de la Formación Salamanca, se caracteriza por un dominio sedimentario netamente continental, en todas las secciones del flanco oeste de la cuenca. Debido a la escasa potencia desarrollada, el hecho de preservarse generalmente meteorizado en *bad-lands*, y su vinculación con la flora fósil, este miembro es muy difícil identificar en las secciones del borde de la Pampa de María Santísima. Se lo ha analizado con mejor detalle en los cortes, relativamente frescos, del Perfil de Palacio de los Loros y en el del Parque Provincial Ormaechea. El arreglo sedimentario varía lateralmente tanto a escala local como regional.

Las secuencias de facies desarrolladas en el Miembro Superior caracterizan a una típica secuencia de un sistema fluvial canalizado de llanura, donde se reconoce la existencia de un canal principal de relativa baja energía con facies Sc con rumbo predominante, en sus capas inclinadas homoclinalmente, que son interpretadas como superficies de acreción lateral del propio canal (Figuras 7.33-35). El canal móvil no genera conspicuos albardones los cuales se mimetizan con los depósitos de llanura de inundación (facies Ft y Fm). Los depósitos de barra interior, con migración de óndulas de meso a gran escala en el lecho están definidos por facies Sa y Sp, en cuya base son reconocidos grandes intraclastos arenosos (facies Sg), algunos conservando estructura sedimentaria, e inclusive restos vegetales (Figura 7.32), interpretados como depósitos de *lag* basal (residuo basal). Los canales

no habrían tenido gran profundidad, el mayor canal medido corresponde al hallado en el yacimiento **OR1** en el Parque Provincial Ormaechea, con 6,5 m. de potencia por 20 m. de extensión lateral. Si bien los canales no habrían desarrollado gran profundidad, sí desarrollaron una importante migración lateral, que en la localidad de Palacio de los Loros se desarrolla por más de 200 m. Esta migración lateral es la que habría desarrollado la superficie de erosión neta sobre los sedimentos de la planicie deltaica del Miembro Medio de la Formación Salamanca. El cambio lateral brusco entre facies Sc, Sa y Sp de relleno y acreción lateral del canal, hacia facies Ft con un conspicuo curvamiento de las capas de sedimentación, y desarrolladas en mesoformas cuneiformes, indicarían la avulsión de los canales (llamados *swales* o *plugs*) e instalación de una sedimentación netamente suspensiva (facies Fm). Los mejores ejemplos de estos episodios se reconocieron en la localidad de Palacio de los Loros, y donde el material vegetal del yacimiento **PL2**, corresponde a estos canales abandonados que actúan como trampas de sedimentos y pequeños cuerpos lacustres (*oxbow lakes*). La excelente preservación del yacimiento **PL2** se debe al entrapamiento de los restos vegetales, casi inalterados, en una fina matriz arcillítica. Aún es posible reconocer una leve gradación granodecreciente en el relleno del canal abandonado, y acompañando esto el grado de preservación de los restos, probablemente por una paulatina pérdida de la corriente. Los bivalvos (Figura 7.40) se hallan sólo en la sección basal los canales, así como también la presencia de mayor bioturbación, en facies Sm (Figura 7.40). Las flores, cutículas y la materia orgánica carbonizada son más frecuentes en la sección superior, eminentemente más arcillítica. La localidad **PL1**, corresponde a una sección de canal activo, probablemente en el tope de la barra de punta, donde la estratificación es sub-horizontal (facies Ft), la energía del canal fue poco importante, los eventos de decantación son más comunes, presenta bioturbación de infauna, preservación de bivalvos, y rizolitos aislados (probablemente posteriores). Juzgando la extensión areal de los cuerpos lacustres en la localidad de Palacio de los Loros (con extensiones de hasta 150 m., figura 7.30), los canales, cuando activos, debían haber tenido un importante desarrollo en amplitud. No ocurre lo mismo en el Parque Provincial Ormaechea, donde no se registraron estos cuerpos, aunque sí una migración lateral muy desarrollada, con ciclos granodecrecientes en las capas entrecruzadas, con base tangencial y techo gradacional hacia facies Fm propios de la planicie de inundación (Figuras 7.31 y 7.33), con rizolitos y espejos de fricción, que denotan procesos de edafización. El Miembro Superior posee gran preservación de megaflores de compresiones en casi todos sus afloramientos, lo que indicaría una extensa vegetación para los tiempos de su formación.

Debido a las características sedimentológicas y arquitecturales del sistema fluvial, éste corresponde a cursos fluviales de alta sinuosidad. La presencia de capas entrecruzadas sigmoidales de bajo ángulo indica que las corrientes circularon en regímenes de flujo bajos. En la localidad de

Palacio de Los Loros el sistema fluvial tiene caracteres de muy alta sinuosidad, desarrollado una extensa planicie de inundación, que permitía una gran movilidad del cuerpo de agua, y el abandono de meandros laterales. Además, debido a la extensión areal que presentan las facies pelíticas tanto en sentido transversal como perpendicular a la dirección de progradación de las facies Sc, las dimensiones de los canales fluviales debieron tener aproximadamente 100 m. de ancho y al menos unos 5 m. de profundidad. En el Parque Provincial Ormaechea, la migración de los canales presentó capacidad de migración algo menor.

La base erosiva basal del Miembro Superior, y la sedimentación de granulometría fina de baja energía, así como la gran migración de los canales meandrosos se condice con un primer período de caída del nivel de base no muy pronunciada y un mayor período de nivel de base estable, que caracteriza las etapas tardías del *Highstand System Tract* (período de nivel de mar alto) o parte inicial del *Regresive System Tract* de velocidad muy leve (regresión marina).

Banco Negro Inferior:

El Banco Negro Inferior corresponde a uno de los bancos que Feruglio (1949) describiera para los primeros 7 m. de la Formación Río Chico. Aún es motivo de discusión si el Banco Negro Inferior corresponde al último banco de la Formación Salamanca o es el primero de la Formación Río Chico, discusión que, a mi entender y a fin de las interpretaciones de este trabajo, no es de vital importancia para la interpretación de los sucesos ocurridos en ese límite, que ocurre con carácter eminentemente gradacional. Su base generalmente es transicional desde facies de la planicie de inundación del Miembro Superior de la Formación Salamanca o de la sección superior de las capas entrecruzadas de mesoescala producto de la acreción lateral de los canales del Miembro Superior. La presencia de alta bioturbación y los signos de edafización indican que se trata de un potente estrato de condensación de niveles de paleosuelos.

Sección entre los “Bancos Negros”:

Se interpretan facies fluviales de moderada a baja energía para esta sección, con abundantes episodios de caída de tefras y desarrollo de paleosuelos. La presencia de troncos de mediano porte en posición subhorizontal en la localidad del Parque Provincial Ormaechea, indica que al menos se desarrollaron comunidades leñosas de largo plazo. La sedimentación, de granulometría variable pero con mayor energía que la del Miembro Superior de la Formación Salamanca, indicaría que esta

sección corresponde a etapas de cambios de nivel de base leves, y que probablemente se correlacione con la etapa terminal del *Regressive System Tract* de velocidad muy leve.

Sección Yacimiento Petrolífero Las Flores 1 (Formación Peñas Coloradas):

La sección aflorante en el Yacimiento Petrolífero Las Flores 1, al sur de la Estancia La Campita, se caracteriza por un dominio sedimentario netamente continental, con grandes canales de moderada a alta energía, capaces de transportar grandes cargas en el lecho y orientar grades troncos en ellos, con poca acreción lateral, que no permitieron gran preservación de los sedimentos de planicie de inundación más que delgados lentes que constituyeron parte del albardón, como lo es parte del yacimiento LF (Figuras 7.10, 7.49 y 7.52). Los canales tuvieron gran poder de erosión y se amalgamaron en secuencias condensadas.

En el perfil de Las Flores, se han reconocido facies fluviales con canales de mayor capacidad de carga y amalgamados, que difieren mucho de los descriptos para el Miembro Superior de la Formación Salamanca en el borde occidental de la cuenca. En base al análisis de procedencia de sedimentos (Raigemborn, *et al.*, en prensa) y a la interpretación del nivel estratigráfico en que se halla la flora de la localidad Las Flores 1, se sugiere que este yacimiento corresponde a la Formación Río Chico (y no a la Formación Salamanca), y que se ubica al menos 10 m. por encima del Banco Negro Inferior, y perteneciendo a la “Formación Peñas Coloradas”, de granulometría mucho más gruesa, en facies Sa y Gt.

La flora diversa hallada en esta sección, tanto de compresiones como de petrificaciones señala la presencia de una comunidad vegetal madura de largo emplazamiento, para el tiempo de formación de estos sedimentos.

La fuerte disposición erosiva de la Formación Peñas Coloradas sobre sedimentitas del Grupo Chubut (en Pico Salamanca) e inclusive sobre el Banco Negro Inferior (Andreis, *et al.*, 1975) hasta contactar inclusive el Banco Verde en la localidad de Punta Peligro, y aparentemente también en la localidad del Yacimiento Petrolífero Las Flores, indicaría una fuerte caída del nivel de base previo y/o durante la sedimentación de la Formación Peñas Coloradas, que se condice con un hiato regional importante marcado y datado por Legarreta y Uliana (1994) hacia los 60 ma.

FIGURA 7.58. CORRELACIÓN DE PERFILES ENTRE LOCALIDADES FOSSILÍFERAS

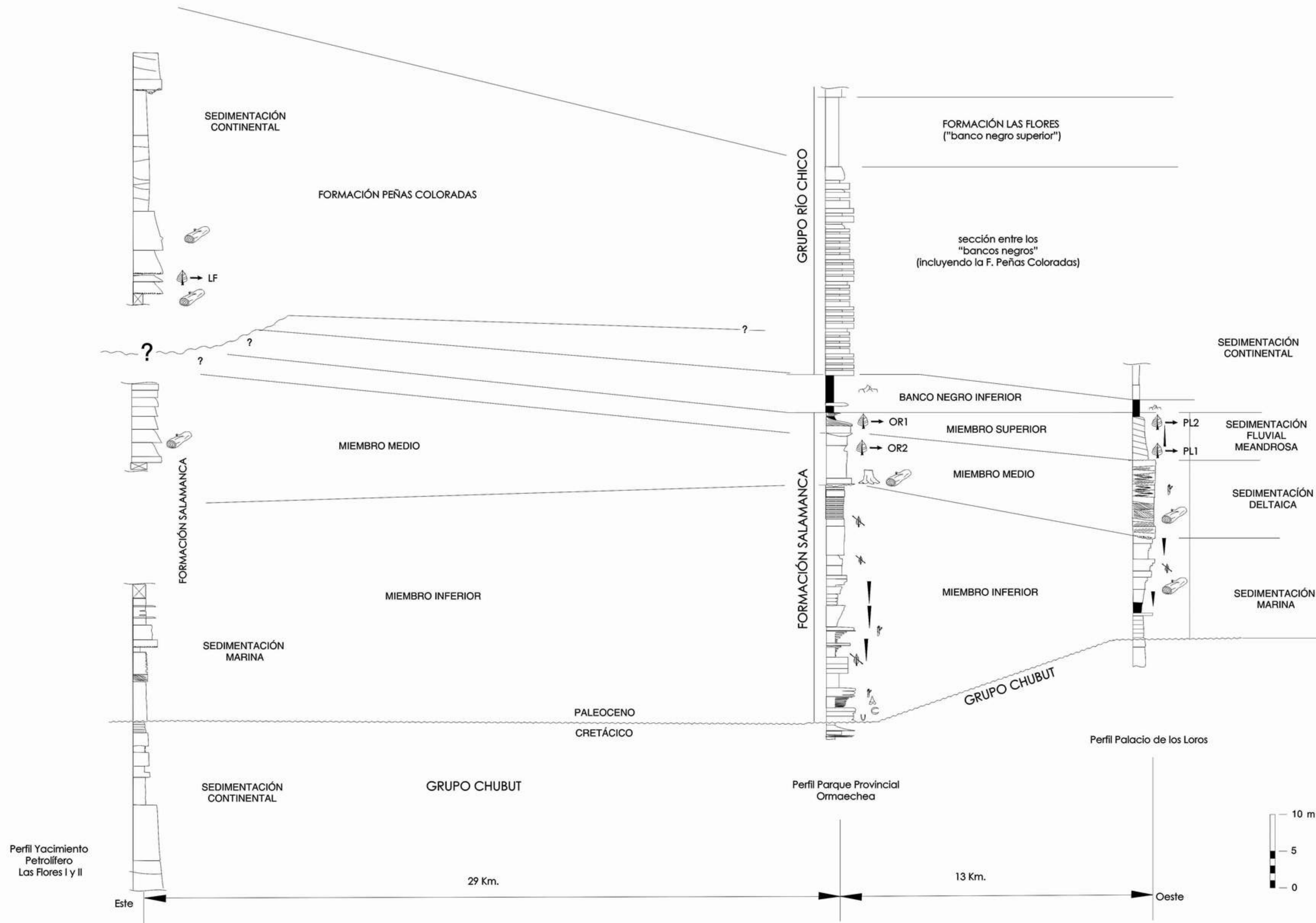




Fig 7.64

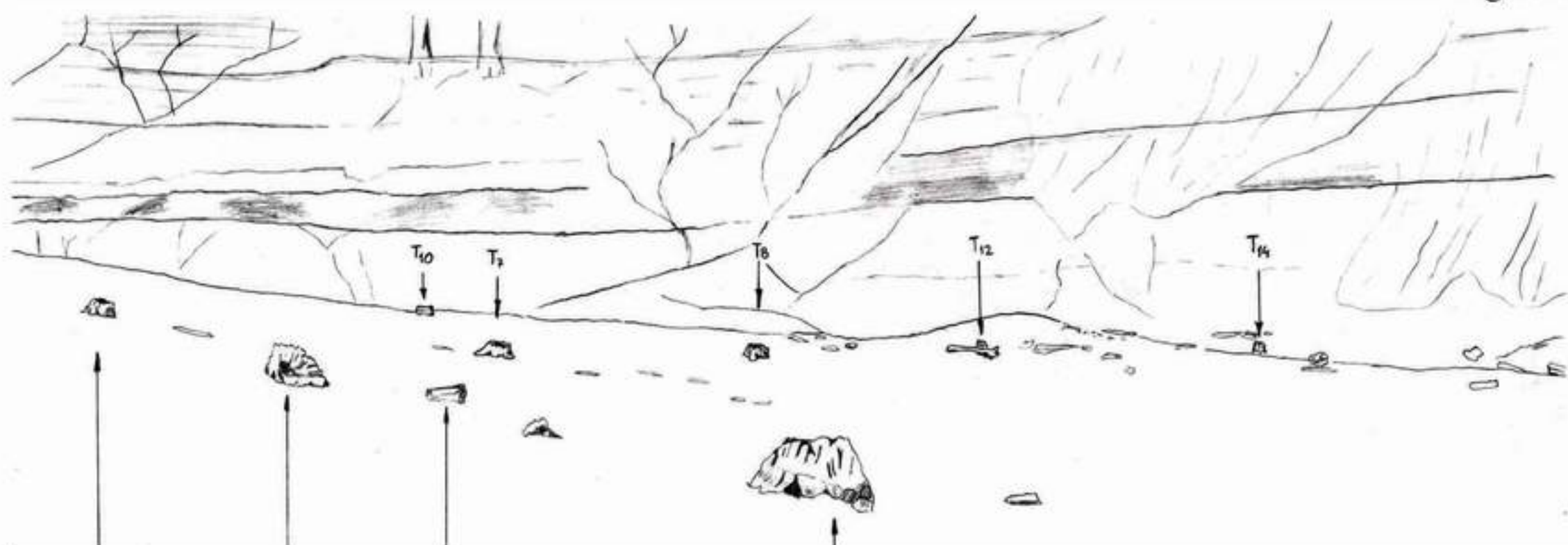


Fig .65



Fig 7.66



Fig 7.67



Fig 7.68



Fig. 7.64_ Vista panorámica del bosque petrificado *in situ*, en la localidad del Parque Provincial Ormaechea, en el Miembro Medio de la Formación Salamana. Nótese la distancia entre tocones y la posición estratigráfica con respecto al Banco Negro Inferior en la escarpa noreste del Cerro Colorado. Y esquema gráfico localizando la posición de los tocones.

Fig. 7.65_ Tocón *in situ* n°T2, preservando el sustrato sedimentario inferior, que muestra estructura sedimentaria preservada, sin indicios megascópicos de un desarrollo de suelo considerable. Y esquema gráfico del sistema radicular

Fig. 7.66_ Detalle de la estructura sedimentaria de la Figura 7.60, mostrando ausencia de bioturbación.

Fig. 7.67_ Tocón *in situ* n°T7, preservando largas extenciones en el sistema pivotante de las raíces.

Fig. 7.68_ Tocón *in situ* n°T7, en vista norte.

SECCIÓN VII_6. CONCLUSIONES DE LA SECCIÓN VII

- Se reconocieron 5 yacimientos importantes de megaflores de compresiones foliares que responden a 3 niveles estratigráficos muy diferentes (OR2, OR1, PL1, PL2, LF), tanto por su posición en la columna sedimentaria como por el paleoambiente inferido.
- El yacimiento OR2, corresponde a una rica flora de compresiones y momificaciones de fragmentos de helechos y hojas y semillas de gimnospermas y angiospermas, sepultadas en una planicie deltaica, vinculada, estratigráfica y localmente, con un bosque *in situ*, y corresponde a la flora más antigua reconocida para la Formación Salamanca en este trabajo.
- El yacimiento OR1, PL1 y PL2, corresponden a floras transportadas hacia el interior de canales fluviales de muy baja energía, ya sea activos o abandonados (lacustre) y corresponden a las floras más jóvenes de la Formación Salamanca, al ubicarse inmediatamente por debajo del Banco Negro inferior.
- El yacimiento LF, de la Estancia La Campita (Yacimiento Petrolífero Las Flores 1), corresponde a una flora transportada por canales fluviales activos de mediana a alta energía y a floras de compresiones/impresiones vegetales sepultadas en la planicie de inundación, probablemente en facies de albardón; y que se ubica dentro de la Formación Peñas Coloradas del Grupo Río Chico, por lo que corresponde a una flora totalmente nueva para la Cuenca del Golfo San Jorge y la más joven de las estudiadas en este trabajo de tesis.
- En el sector oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge, la Formación Salamanca puede ser dividida en tres miembros fácilmente reconocibles a nivel de afloramiento y a nivel paleoambiental. El Miembro Inferior, de carácter netamente marino (salvo en su porción más inferior donde se reconocen facies de playa, con vegetación dominada por palmeras), se desarrolló en una paleosuperficie labrada sobre las sedimentitas del Grupo Chubut, sus sedimentos indican un relativo rápido avance del mar epicontinental, con condiciones de profundidad somera (acción de olas) y sus fósiles indican condiciones de salinidad normal; se dispone con un arreglo granocreciente y corresponde a la etapa del *Transgressive System Tract* (período transgresivo del mar), inicial, media y tardía, y quizá parte inicial del *Highstand System Tract* (período de nivel de mar alto). El Miembro Medio, de carácter marino-litoral, corresponde al avance de sedimentos estuarino-deltaicos con mayor influencia de mareas en sus facies de frente deltaico y planicie deltaica, que transportaron, volcaron y sepultaron grandes troncos de gimnospermas y angiospermas, así como sus hojas y semillas (yacimiento OR2), los cuales serían sólo parautóctonos debido a haberse hallado

un relicto de bosque *in situ*; y corresponde a una etapa de *Highstand System Tract* (período de nivel de mar alto) o parte inicial del *Regresive System Tract* de velocidad muy leve (regresión marina). El Miembro Superior, de carácter netamente fluvial-continental, posee una potencia mucho menor que los otros miembros de la formación, corresponde a sistemas fluviales meandrosos con gran migración de canales y con abandono de meandros, que se desarrolla en forma erosiva sobre los sedimentos de la planicie deltaica del Miembro Medio y pasa transicionalmente a los sedimentos de planicies edafizadas del Banco Negro Inferior; el Miembro Superior posee gran preservación de megaflores de compresiones en casi todos sus afloramientos, lo que indicaría una extensa vegetación.

- La sección del Yacimiento Petrolífero Las Flores 1, corresponde a la Formación Peñas Coloradas del Grupo Río Chico, ubicándose en la sección entre los bancos negros del perfil del Parque Provincial Ormaechea, y sus sedimentación concuerda con la discordancia regional indicada sólo en el este y en subsuelo para la Cuenca del Golfo San Jorge por Legarreta y Uliana (1994), confirmando correlatos de la regionalidad del hiato para el sector centro-oeste de la cuenca.
- Los niveles denominados “Bancos Negros”, incluyendo al Banco Negro Inferior, en el oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge, corresponden a una amalgamación de niveles de paleosuelos.

SECCIÓN VIII_ EDAD DE LAS FLORAS ESTUDIADAS

VIII_1. REGISTROS PREVIOS DE LA EDAD DE LA FORMACIÓN SALAMANCA Y SU REVISIÓN

Feruglio (1949) confirma la correlación con el rocanense de Wilckens (1905), aunque establece que la afinidad faunístico-marina de Salamanca se encuentra empobrecida en formas Cretácicas, semejantes con el “Patagониense” (aunque no comunes).

Bertels (1973, 1974), Méndez (1966) y Masiuk (1967), en base a evidencias micropaleontológicas, indican una correlación con las microfaunas danianas de Europa y sugieren una edad paleocena inferior (Daniano) para la Formación Salamanca. De la revisión de las especies descriptas por estos autores y de las asignaciones de foraminíferos presentes, incluyendo *Globanomalina (Turborotalia) compressa* y *Globoconusa daubjergensis*, se puede acotar aún más el rango de edad del registro de la Formación Salamanca, siguiendo la biozonación actualizada en Olsson, *et al.*, 1999), reconociéndose que estas especies caracterizan la Zona P1c (~ 61-63 ma.) del Daniano superior (ver Sección VI_5.).

Andreis (1977), de acuerdo con la datación K-Ar⁴⁰ de una toba vítrea, ubicada en el tope de la Formación Salamanca (Miembro Hansen) en la zona de Cañadón Hondo, establece resultados de 61 ±5 ma. por lo que estima a la Formación Salamanca más antigua que el Daniano más alto. Gracias a la publicación de las proporciones de los elementos y resultados obtenidos por Andreis (1977), éstos pueden ser re-analizados con constantes modernas (Darlympe, 1979) indicando una edad de 62,6 ±5,0 ma. (ver Sección VI).

Somoza, *et al.* (1995), reconocen dos horizontes con megaflora en la porción superior de la Formación Salamanca en el sector septentrional de la cuenca, en el área de Pampa de Malaspina (Estancia Las Violetas, Figura 6.1). Sobre este perfil realizan estudios paleomagnéticos y establecen que los niveles portadores de la megaflora de Salamanca, allí encontrada, quedan comprendidos dentro del cron 27r (63.3–61.9 ma.), del Daniano tardío, y a su vez datan al Banco Negro Inferior, en el cron 27n (61.9–61.5 ma.).

Marshall, *et al.* (1981), realizan dos dataciones K-Ar⁴⁰ en unos basaltos ubicados directamente por debajo de los sedimentos transgresivos de la Formación Salamanca, en los márgenes de la salida del Río Chico al sudeste del Lago Colhue Huapi (Figura 6.1). Los resultados de las dataciones dan 64,0 ±0,8 ma. y 62,8 ±0,8 ma., limitando la edad máxima de los sedimentos de la Formación Salamanca para el oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge. Marshall, *et al.* (1981, 1997) correlacionan al Banco Negro Inferior y los subsiguientes 90 m. de sedimentitas “rioichienses”, en base a estas dataciones y sus estudios paleomagnéticos, con el cron 26r (61.5–58.2 ma.); por lo que, de

correlacionarse el Banco Negro Inferior, entre las localidades de Cerro Redondo y Estancia Las Violetas (en Somoza, *et al.*, 1995), este miembro correspondería a una unidad asincrónica o contendría a ambas unidades paleomagnéticas.

Legarreta y Uliana (1994), en base a estudios de hiatos y discordancias regionales en la cuenca, reconocen que en el límite K-T, en la región, ocurrió una acumulación de una sucesión en el transcurso de un episodio de transgresión-regresión y reconocen que la Formación Salamanca contiene términos basales correspondientes al Cretácico más superior, y que la unidad quedaría acotada entre los 60-71 ma. con un evento erosivo regional intraformacional importante hacia los 63 ma. (ver Sección VI).

VIII_2. EDAD DE LAS FLORAS ESTUDIADAS

En base a la localización estratigráfica de los niveles portadores de las taofloras en perfiles de detalle de la Formación Salamanca, se han identificado 4 niveles florísticos que pueden ser bien diferenciados en base a su posición estratigráfica en la sección total correspondiente al oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge. Estos corresponden a: un nivel basal, conteniendo una taoflora de impresiones de hojas de palmeras y estípites permineralizados de palmeras, del cual proviene *Palmoxydon patagonicum* Romero (1968), ubicado en facies arenosas bien seleccionadas del Miembro Inferior de la Formación Salamanca y representado por la megaflora hallada en el “Cerrito de las Palmeras”, en el Parque Provincial Ormaechea. Otro nivel correspondiente al Miembro Medio de la Formación Salamanca, representado por una megaflora de permineralizaciones de grandes leños, transportados y orientados, que en la porción superior se preservan en posición de vida con sus grandes tocones, y a la cual está asociado una megaflora de compresiones foliares de muy buena preservación (OR2), que muestra una diversidad notable de dicotiledóneas, con menores restos de helechos, gimnospermas y semillas. Un tercer nivel correspondería al Miembro Superior de la Formación Salamanca, caracterizado por la presencia de una muy diversa flora de compresiones, muy bien representada por OR1 en el Parque Provincial Ormaechea y por PL1 y PL2 en la Localidad de Palacio de los Loros, pero que su preservación puede ser seguida en extensión como en las localidades CS, CD, CA, y otros registros menores. El cuarto nivel de megaflora, corresponde a la localidad de Las Flores, donde las compresiones e impresiones muestran una marcada diferencia en la composición de morfotipos foliares, la cual correspondería ya a niveles basales del Grupo Río Chico (Miembro Peñas Coloradas).

Debido a no contarse con dataciones precisas para la Formación Salamanca, y con ningún análisis radimétrico para el margen oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge; y en pro de obtener edades radimétricas absolutas que limiten las diferentes edades de las floras de la Formación Salamanca estudiadas en este trabajo, se procedió a una prospección exhaustiva de niveles de tobas posibles de analizar, en toda la región bajo estudio. No se ha podido hallar ningún nivel portador de piroclastitas de primer ciclo en toda la sección de la Formación Salamanca. Los materiales tobáceos se hallan en absoluto grado de alteración dentro de la Formación Salamanca, generalmente alterados a clorita. En la campaña realizada en Febrero-Marzo del 2005, se muestrearon los niveles de tobas ubicados en la base del Grupo Río Chico, en la sección de 25 m. que quedan entre los Bancos Negros de Feruglio (1949) en las escarpas del Cerro Colorado (Parque Provincial Ormaechea), muestras denominadas **ORTuff_1** (S45° 50' 03,0'' W 69° 03' 06,9''), **ORTuff_2** (S45° 50' 02,9'' W 69° 03' 07,7''), **ORTuff_3** (S45° 49' 50,9'' W 69° 03' 38,6''), **ORTuff_4** (S45° 49' 50,9'' W 69° 03' 24,5''), en el perfil del Parque Provincial Ormaechea (Sección VII).

En marco del proyecto de la Nacional Science Fundation (Grant DEB-0345750), se pudo realizar el análisis $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ en las muestras tobáceas del Parque Provincial Ormaechea. Los análisis fueron realizados por Bradley S. Singer en el Madison Rare Gas Geochronology Laboratory de la Universidad de Wisconsin. Los resultados se muestran en las Tablas VIII_1 y VIII_2 y Figura 8.1. Sólo 2 de las muestras presentaron sanidinas no alteradas, posibles de utilizar: la muestra ORtuff_4 y la muestra ORtuff_2. La muestra ORtuff_4, procede de la tufolita ubicada en el techo del Miembro Superior de la Formación Salamanca, directamente debajo del Banco Negro Inferior; y arrojó una enorme dispersión de valores de edad aparentes, por lo que su edad no se considera fiable (Tabla VIII_2). La muestra ORtuff_2, proviene de un nivel tufolítico inmediatamente inferior al “Banco Negro Superior” de Feruglio (1949) para el Parque Provincial Ormaechea, que aquí se interpreta como sección condensada de la Formación Las Flores. Aunque con una dispersión de edades muy amplia, la muestra ORtuff_2 forma una isocrona significativa de $57,80 \pm 6,00$ ma. (Tabla VIII_1); la dispersión de los datos proviene de una alteración de las sanidinas, por algún proceso no conocido, en el momento de la formación del cristal (B. Singer, comunicación epistolar). De esta forma, la edad $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ resultante mantiene un valor relativamente interpretativo, pero al no poseerse dataciones previas, estos resultados proveen la primera datación radimétrica para la geocronología del oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge.

Sample Experiment	Laser Power (W)	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ $\pm 2\sigma$ Ma	$^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ $\pm 2\sigma$ Ma	$^{36}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ $\pm 2\sigma$ Ma	^{40}Ar $\times 10^{-14}$ mol	$^{40}\text{Ar}^*$ %	K/Ca	Apparent Age $\pm 2\sigma$ Ma
BC6327	10.5	26.212 $\pm$ 0.943	0.20290 $\pm$ 0.01925	0.07518 $\pm$ 0.00497	0.52322	15.30	2.119	73.96 $\pm$ 25.66
BC6328	10.5	54.855 $\pm$ 2.281	0.06601 $\pm$ 0.07550	0.15803 $\pm$ 0.02004	0.18723	14.88	6.514	147.43 $\pm$ 97.90
BC6329	10.5	23.848 $\pm$ 0.647	0.08743 $\pm$ 0.05570	0.05908 $\pm$ 0.01261	0.10319	26.81	4.918	116.53 $\pm$ 65.51
BC6355	10.5	36.546 $\pm$ 1.104	0.50831 $\pm$ 0.05322	0.10489 $\pm$ 0.01876	0.13047	15.30	0.846	102.32 $\pm$ 97.70
BC6356	10.5	48.853 $\pm$ 1.754	0.19718 $\pm$ 0.03925	0.15087 $\pm$ 0.01398	0.23420	8.77	2.180	78.94 $\pm$ 69.52
BC6357	10.5	73.316 $\pm$ 1.715	0.23874 $\pm$ 0.04581	0.23005 $\pm$ 0.01478	0.33997	7.30	1.801	98.08 $\pm$ 74.03
BC6359	10.5	43.893 $\pm$ 0.590	0.24757 $\pm$ 0.02400	0.13263 $\pm$ 0.00360	0.47193	10.75	1.737	86.75 $\pm$ 20.19
BC6360	10.5	21.373 $\pm$ 0.351	0.14178 $\pm$ 0.01822	0.05662 $\pm$ 0.00369	0.31953	21.76	3.032	85.51 $\pm$ 19.50
BC6361	10.5	13.495 $\pm$ 0.177	0.29473 $\pm$ 0.00939	0.03368 $\pm$ 0.00114	0.74139	26.41	1.459	65.87 $\pm$ 6.05
BC6363	10.5	11.559 $\pm$ 0.143	0.43169 $\pm$ 0.01335	0.02767 $\pm$ 0.00101	0.79642	29.54	0.996	63.18 $\pm$ 5.42
BC6364	10.5	159.940 $\pm$ 7.833	0.25404 $\pm$ 0.12408	0.47739 $\pm$ 0.04993	0.29848	11.81	1.692	324.60 $\pm$ 211.70
BC6365	10.5	168.763 $\pm$ 6.619	0.33082 $\pm$ 0.08221	0.55156 $\pm$ 0.03250	0.44840	3.44	1.300	106.08 $\pm$ 140.09
BC6367	10.5	39.837 $\pm$ 0.772	0.20330 $\pm$ 0.02358	0.11766 $\pm$ 0.00645	0.42001	12.76	2.115	93.27 $\pm$ 34.98
BC6368	10.5	91.157 $\pm$ 2.113	0.12546 $\pm$ 0.04657	0.28782 $\pm$ 0.01217	0.59201	6.71	3.427	111.59 $\pm$ 59.38
BC6369	10.5	12.035 $\pm$ 0.831	0.05534 $\pm$ 0.06582	0.02885 $\pm$ 0.03815	0.01911	29.19	7.770	64.94 $\pm$ 204.60
BC7431	10.5	533.764 $\pm$ 292.310	-0.40524 $\pm$ 1.54506	1.64882 $\pm$ 0.96828	0.07893	8.72	0.000	714.05 $\pm$ 1356.18
BC7432	10.5	28.843 $\pm$ 3.994	0.00790 $\pm$ 0.19271	0.06847 $\pm$ 0.07669	0.02164	29.85	54.433	155.21 $\pm$ 389.67
BC7433	10.5	24.235 $\pm$ 8.016	0.36187 $\pm$ 0.92277	0.02818 $\pm$ 0.24466	0.00580	65.76	1.188	277.56 $\pm$ 1169.95
BC7435	10.5	14.348 $\pm$ 2.926	0.28915 $\pm$ 0.39830	0.09211 $\pm$ 0.10056	0.00602	0.00	1.487	0.00 $\pm$ 0.00
BC7436	10.5	17.538 $\pm$ 1.431	0.44033 $\pm$ 0.18433	0.06690 $\pm$ 0.03317	0.02221	0.00	0.976	0.00 $\pm$ 0.00
BC7437	10.5	239.042 $\pm$ 457.376	3.64415 $\pm$ 11.35543	1.00378 $\pm$ 2.55737	0.00836	0.00	0.118	0.00 $\pm$ 0.00
BC7439	10.5	7.911 $\pm$ 0.350	0.01529 $\pm$ 0.01147	0.01329 $\pm$ 0.00175	0.15055	50.37	28.122	73.49 $\pm$ 10.22
BC7440	10.5	42.160 $\pm$ 4.006	0.33183 $\pm$ 0.13893	0.06202 $\pm$ 0.04441	0.04644	56.59	1.296	401.11 $\pm$ 199.56
BC7441	10.5	48.064 $\pm$ 3.717	0.54326 $\pm$ 0.24301	0.12432 $\pm$ 0.03873	0.04098	23.65	0.791	202.30 $\pm$ 189.00
BC7443	10.5	27.318 $\pm$ 1.878	0.13949 $\pm$ 0.12320	0.07767 $\pm$ 0.03232	0.04820	16.02	3.082	80.56 $\pm$ 170.07
BC7444	10.5	85.293 $\pm$ 937.270	86.38388 $\pm$ 945.88062	4.61875 $\pm$ 50.75773	0.00061	0.00	0.005	0.00 $\pm$ 0.00
BC7445	10.5	15.873 $\pm$ 3.242	2.09986 $\pm$ 0.64246	0.06264 $\pm$ 0.13784	0.00684	0.00	0.204	0.00 $\pm$ 0.00
BC7447	10.5	57.315 $\pm$ 83.348	1.19429 $\pm$ 4.24663	0.27373 $\pm$ 0.75949	0.00285	0.00	0.360	0.00 $\pm$ 0.00
BC7448	10.5	97.866 $\pm$ 463.650	1.92611 $\pm$ 15.38172	2.30793 $\pm$ 11.18203	0.00180	0.00	0.223	0.00 $\pm$ 0.00
BC7449	10.5	65.176 $\pm$ 481.688	-0.81515 $\pm$ 19.41100	4.14385 $\pm$ 30.61652	0.00070	0.00	0.001	0.00 $\pm$ 0.00
BC7451	10.5	172.811 $\pm$ 255.863	1.98526 $\pm$ 5.51139	0.36194 $\pm$ 0.91236	0.00789	38.20	0.216	946.32 $\pm$ 2673.36
BC7452	10.5	120.111 $\pm$ 10.703	0.07576 $\pm$ 0.24125	0.05441 $\pm$ 0.05870	0.11366	86.62	5.676	1326.09 $\pm$ 177.23
BC7453	10.5	284.826 $\pm$ 1230.205	0.33159 $\pm$ 9.69536	2.73245 $\pm$ 12.20892	0.00503	0.00	1.297	0.00 $\pm$ 0.00
BC7455	10.5	126.127 $\pm$ 141.058	4.05733 $\pm$ 5.50261	0.33866 $\pm$ 0.72173	0.00850	20.91	0.106	439.55 $\pm$ 2726.85
BC7456	10.5	42.419 $\pm$ 33.701	0.90474 $\pm$ 3.52413	0.07214 $\pm$ 0.40954	0.00383	49.91	0.475	360.29 $\pm$ 1869.79
Inverse Isochron age $\pm 2\sigma$		57.80 $\pm$ 6.00	weighted plateau	n	16/34	Total fusions age $\pm 2\sigma$		87.31 $\pm$ 6.75
$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ intercept $\pm 2\sigma$		308.7 $\pm$ 6.4		MSWD	1.9	Weighted mean age $\pm 2\sigma$		67.40 $\pm$ 5.60

Tabla VIII_1: Resultados del análisis $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ para una fusión en un cristal de sanidina de la muestra ORtuff_2. Los valores poseen una gran dispersión de datos, por lo que se realizó una isocrona para 16 repeticiones, otorgando valores significativos. $J = 0.010434 \pm 0.3 \%$; $\mu = 1.0069 \pm 0.03 \%$ 1σ .

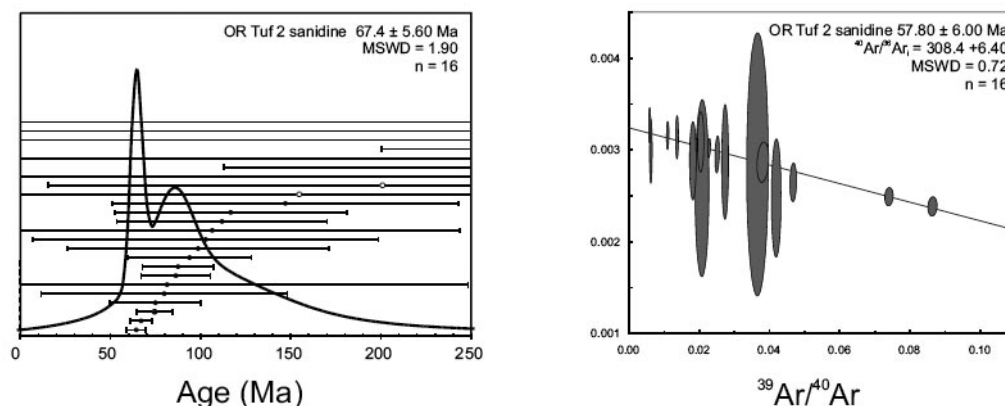


Figura 8.1: Resultados del análisis $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ en sanidinas, donde se observa la dispersión de los valores para la muestra ORtuff_2.

Sample Experiment	Laser Power (W)	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ $\pm 2\sigma$ Ma	$^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ $\pm 2\sigma$ Ma	$^{36}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ $\pm 2\sigma$ Ma	^{40}Ar $\times 10^{-14}$ mol	$^{40}\text{Ar}^*$ %	K/Ca	Apparent Age $\pm 2\sigma$ Ma
BC6371	10.5	6.324 $\pm$ 0.015	0.00910 $\pm$ 0.00026	0.00016 $\pm$ 0.00005	6.19020	99.24	47.241	115.90 $\pm$ 0.38
BC6372	10.5	6.294 $\pm$ 0.030	0.00858 $\pm$ 0.00058	0.00027 $\pm$ 0.00014	1.89693	98.71	50.140	114.77 $\pm$ 0.91
BC6373	10.5	7.896 $\pm$ 0.024	0.00497 $\pm$ 0.00029	0.00032 $\pm$ 0.00006	5.80091	98.78	86.443	142.95 $\pm$ 0.53
BC6376	10.5	6.317 $\pm$ 0.022	0.00520 $\pm$ 0.00068	0.00021 $\pm$ 0.00012	2.37886	99.03	82.740	115.53 $\pm$ 0.75
BC6377	10.5	8.032 $\pm$ 0.025	0.00533 $\pm$ 0.00035	0.00090 $\pm$ 0.00007	4.86127	96.67	80.699	142.32 $\pm$ 0.56
BC6378	10.5	6.048 $\pm$ 0.031	0.00898 $\pm$ 0.00076	0.00039 $\pm$ 0.00013	1.63761	98.11	47.900	109.76 $\pm$ 0.88
BC6380	10.5	6.432 $\pm$ 0.017	0.00943 $\pm$ 0.00119	0.00125 $\pm$ 0.00027	1.43754	94.24	45.619	112.05 $\pm$ 1.47
BC6381	10.5	6.288 $\pm$ 0.022	0.00873 $\pm$ 0.00062	0.00027 $\pm$ 0.00011	1.61098	98.74	49.239	114.70 $\pm$ 0.71
BC6382	10.5	4.661 $\pm$ 0.032	0.00263 $\pm$ 0.00079	0.00072 $\pm$ 0.00023	0.88647	95.41	151.825	82.88 $\pm$ 1.35
BC6384	10.5	6.297 $\pm$ 0.029	0.00607 $\pm$ 0.00069	0.00054 $\pm$ 0.00014	1.69063	97.48	70.861	113.43 $\pm$ 0.89
BC6385	10.5	6.382 $\pm$ 0.016	0.00953 $\pm$ 0.00044	0.00053 $\pm$ 0.00009	3.75826	97.54	45.127	114.99 $\pm$ 0.55
BC6386	10.5	7.171 $\pm$ 0.042	0.01030 $\pm$ 0.00075	0.00364 $\pm$ 0.00021	1.80104	84.99	41.738	112.66 $\pm$ 1.31
BC6388	10.5	7.182 $\pm$ 0.030	0.01913 $\pm$ 0.00082	0.00422 $\pm$ 0.00033	1.31927	82.65	22.477	109.80 $\pm$ 1.81
BC6389	10.5	7.599 $\pm$ 0.027	0.01959 $\pm$ 0.00057	0.00477 $\pm$ 0.00014	2.67739	81.46	21.950	114.36 $\pm$ 0.82
BC6390	10.5	6.370 $\pm$ 0.018	0.01290 $\pm$ 0.00044	0.00099 $\pm$ 0.00010	2.20081	95.43	33.344	112.37 $\pm$ 0.63
BC6405	10.5	7.171 $\pm$ 0.023	0.01842 $\pm$ 0.00059	0.00451 $\pm$ 0.00012	2.16876	81.43	23.348	108.07 $\pm$ 0.74
BC6406	10.5	7.557 $\pm$ 0.037	0.01998 $\pm$ 0.00105	0.00551 $\pm$ 0.00026	1.94919	78.46	21.526	109.69 $\pm$ 1.51
BC6408	10.5	6.406 $\pm$ 0.031	0.01200 $\pm$ 0.00098	0.00089 $\pm$ 0.00031	1.17921	95.90	35.846	113.52 $\pm$ 1.72
BC6409	10.5	8.288 $\pm$ 0.019	0.01838 $\pm$ 0.00051	0.00377 $\pm$ 0.00015	3.07611	86.58	23.392	131.91 $\pm$ 0.85
BC6410	10.5	6.553 $\pm$ 0.020	0.01323 $\pm$ 0.00082	0.00127 $\pm$ 0.00018	2.05643	94.30	32.511	114.16 $\pm$ 1.03
Inverse Isochron age $\pm 2\sigma$		101.09 $\pm$ 16.32	weighted plateau	n	17/34	Total fusions age $\pm 2\sigma$		118.99 $\pm$ 0.85
$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ intercept $\pm 2\sigma$		1524.9 $\pm$ 1745.9		MSWD	n/a	Weighted mean age $\pm 2\sigma$		119.41 $\pm$ 5.78

Tabla VIII_2: Resultados del análisis $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ para una fusión en un cristal de sanidina de la muestra ORtuff_4. Los valores poseen una gran dispersión de datos, por lo que se realizó una isocrona para 17 repeticiones, sin obtener mayores resultados. $J = 0.010572 \pm 0.3 \%$; $\mu = 1.0069 \pm 0.03 \%$ 1 σ .

□ Todas las edades fueron calculadas con relación a la sanidina de la riolita de Taylor Creek de 28.34 ma. utilizando las constantes de decaimiento de Steiger y Jäger (1977). Las incertidumbres en cocientes y edades de los isótopos de Ar, divulgadas en la precisión analítica 2 σ . Todas las edades fueron corregidas con el decaimiento de ^{37}Ar y ^{39}Ar , con vidas medias de 35,2 días y 269 años respectivamente.

VIII_3. CONCLUSIONES DE LA SECCIÓN VIII.

Como resultado del análisis de los niveles portadores de megaflores y su posición estratigráfica en los perfiles (Sección VII), el análisis de las asociaciones de facies y paleoambientes (Sección VII), el reconocimiento de diferentes miembros para la Formación Salamanca (Sección VII), la determinación de diferentes elencos florísticos en base a presencia de diferentes morfotipos vegetales (Secciones IX y X) y los datos geocronológicos con los que se contaban y ahora se agregan en este trabajo (esta sección), fue posible realizar el esquema estratigráfico y geocronológico de la Figura 8.2, para ubicar a las floras estudiadas.

Figura 8.2: Resultados geocronológicos de los análisis sedimentológicos, paleobotánicos y estratigráficos realizados, conjuntamente con datos previos, para las secciones que preservan megaflore en Paleoceno del la Cuenca del Golfo San Jorge.

UNIDADES PREVIAS	UNIDADES PROPUESTAS	UNIDADES PREVIAS	FLORAS	ESTE TRABAJO	ESTUDIOS PREVIOS	
GRUPO RÍO CHICO		TOBAS DE KOLUEL KAIKE			53 ma.	Eoceno THANETIANO SELANDIANO PALEOCENO TARDÍO
		FORMACIÓN LAS FLORES		← 57,80 ± 6 ma.	57 ma.	
		FORMACIÓN PEÑAS COLORADAS	← LF		58,3 ma.	
	Miembro Hansen superior?	Miembro Hansen superior? + Banco Negro Superior		Fuerte caída de nivel de base	regresión marina 60 ma.	
	BANCO NEGRO INFERIOR	BANCO NEGRO INFERIOR			← 62,6 ± 5,0 ma. Cron 26r (61,5 – 58,2 ma.) Cron 27n (61,9 – 61,5 ma.)	
FORMACIÓN SALAMANCA	MIEMBRO SUPERIOR		← PL1, PL2, OR1, CD, CS y CA	Regresión marina en el Oeste de la cuenca		DANIANO PALEOCENO TEMPRANO
	MIEMBRO MEDIO	BANCO VERDE	← OR2			
	MIEMBRO INFERIOR	FRAGMENTOSA	<i>Palmoxydon patagonicum</i> y hojas de palmeras	microfauna Zona P1c (~ 61-63 ma.)	63 ma.	
		GLAUCONÍTICO		Sup. Transgresiva	62,8 ± 0,8 ma. 64,0 ± 0,8 ma. 71 ma.	
GRUPO CHUBUT		Formación BAJO BARREAL				Cretácico Superior

SECCIÓN IX DESCRIPCIÓN DE EJEMPLARES FOLIARES

IX_1. METODOLOGÍA Y GENERALIDADES

Siguiendo la metodología propuesta por Johnson (1995), las colecciones de megafloras de compresiones/impresiones fueron tratadas individualmente, manteniendo tanto las localidades como los niveles y yacimientos fósiles por separado. Para cada ejemplar fósil se mantuvo el rotulado proveniente de las tareas de campo, el cual identifica con las dos primeras siglas la localidad de procedencia (LF: Las Flores; OR: Parque Provincial Ormaechea, PL: Palacio de los Loros) y en una tercer posición el número de yacimiento correspondiente para cada localidad (OR1, OR2, PL1, PL2; la localidad LF produjo sólo un yacimiento). El rotulado en campo favoreció el manejo y la recolección de las muestras con carácter cuantitativo tanto en el campo como en el laboratorio, individualizando las muestras y sus contrapartes, así como indicando la presencia de más de un ejemplar por muestra de roca. La limpieza de las muestras se realizó en los laboratorios del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de La Plata, en el primer año de campaña, y durante el período 2005-2007, en los laboratorios del Museo Egidio Feruglio de la Provincia de Chubut. Toda la colección de ejemplares se encuentra en el repositorio del Museo Egidio Feruglio, con números de entrada correspondientes a los mismos números de campo (o con números de repositorio con sigla MEF-PB para los morfotipos ejemplares de angiospermas dicotiledóneas seleccionados) y discriminados en cajones por localidad y morfotipo.

El tratamiento de la flora de compresiones/impresiones vegetales siguió la metodología de morfotipos propuesta por Johnson (1995) y desarrollada por el Leaf Architecture Working Group en Ash *et al.* (1999). Un morfotipo es una categoría taxonómica informal independiente del sistema de linneano de nomenclatura. El sistema del morfotipos fue descrito primeramente por Johnson (1989), quien creó definiciones explícitas de categorías para hojas fósiles, basándose en las características arquitecturales (morfológicas de una hoja) que se utilizan para la descripción de formas fósiles, estudios estratigráficos y paleoecológicos, sin tener que resolver el estado botánico y nomenclatural de cada tipo de la hoja y en una flora que requiere una extensa revisión taxonómica de cada especie foliar. A pesar de que la mayoría de los morfotipos de hojas corresponden probablemente a una especie biológica, los morfotipos son circunscriptos por su forma y no deben considerarse como equivalentes exactos de especies. Por ejemplo, algunas plantas producen varios tipos de hojas con pocas o ninguna forma intermediaria, si tales tipos morfológicos fueran encontrados en un grupo de hojas fósiles, serían

asignados a distintos morfotipos. En cambio, si las hojas fósiles mostraran una serie gradacional con morfologías intermedias entre las dos formas extremas, todos los ejemplares se incluirían en un mismo morfotipo. En algunos casos, estos morfotipos variables pueden representar más de una especie o un género. Varias especies pueden generar tipos foliares que son prácticamente indiferenciables el uno del otro, excepto por caracteres en la ultraestructura de la hoja o caracteres cuticulares. En familias con hojas muy pequeñas, por ejemplo, pueden haber tan pocas características arquitecturales que diversos géneros producen hojas casi idénticas.

Siguiendo la metodología propuesta por Johnson (1995) y Ash, *et al.* (1999), luego de la limpieza de los materiales fósiles, en una segunda instancia se clasificaron y separaron los morfotipos por atributos megascópicos y de arquitectura foliar. Una vez diferenciados los “grandes grupos” se describieron los caracteres arquitecturales que definieron a los distintos morfotipos foliares, se separaron aquellos ejemplares que no se ajustaron a la descripción general de las formas, y se intentó la relación de ese ejemplar aislado con otros morfotipos o la generación de uno nuevo. Una vez definidos y descriptos todos los morfotipos, se seleccionó un ejemplar de cada morfotipo, elegido en base a que evidencia la mayor cantidad de atributos para el morfotipo al cual pertenece, corresponde al morfotipo ejemplar. En los casos que fue necesario, se seleccionaron otros ejemplares accesorios, debido a que el morfotipo ejemplar no preservaba todos los caracteres que definen al morfotipo.

Para nominar a los morfotipos se ha seguido la propuesta de Johnson (1995) y sugerencia de la última reunión del Leaf Summit, en Denver (2007, sin publicar). De acuerdo a esto, los morfotipos son nominados con dos letras en referencia a la localidad o unidad estratigráfica (en nuestro caso SA) y con números correspondientes a cada morfotipo en particular (*e.g.* SA001). Con el fin de poseer una forma más amena para la identificación del nombre codificado de cada morfotipo con las características descriptas para el mismo, en este trabajo se utiliza en la descripción; seguido al nombre del morfotipo, la asignación sistemática a la que se ha llegado para el morfotipo, utilizando fundamentalmente la bibliografía existente para formas foliares de Gondwana (*e.g.* SA060 Menispermaceae sp., o SA004 *Dryophyllum australis* Berry, 1937a); o bien, en ocasiones, las cualidades (carentes de valor sistemático) más características del morfotipo en cuestión (*e.g.* SA053 “lorada serrada”).

Debido a que los morfotipos pueden estar representando diferentes niveles taxonómicos, con diferente significación biológica, deben ser utilizados críticamente para determinar grados de diversidad, composición, o para el análisis del paleoclima de una paleoflora. Más precisamente, para poder realizar comparaciones de floras tanto actuales como fósiles, las metodologías requieren que los morfotipos

foliares se generen de manera estandarizada en todas las floras utilizando siempre los mismos criterios clasificatorios.

Para la descripción de las hojas de angiospermas se siguió la terminología de Hickey y Wolfe (1974), Dilcher (1974) y su correspondiente actualización realizada por el Leaf Architecture Working Group (Ash, *et al.*, 1999). La castellanización de muchos términos se tomó del trabajo de Hickey (1974) y bibliografía en castellano.

Para facilitar los estudios comparativos realizados en diversas localidades, sobre compresiones/impresiones foliares, es necesario contar con un número alto de materiales por taxa, y tratar de no erigir especies con determinaciones someras o muy fragmentarias (Dilcher, 1974), máxime para estudios detallados de bioestratigrafía, comparación y evolución de paleofloras. Con este fin es necesario una minuciosa prospección y recolección del material fósil en el campo, así como también la búsqueda de tafofloras en diferentes facies sedimentarias.

La observación, análisis y dibujo de las muestras estudiadas se realizó con lupa estereoscópica epi-diascópica Wild M5 con tubo de dibujo, fundamentalmente a 60 y 120 X de aumento. La fotografías se realizaron tanto con cámaras analógicas reflex (Pentax K1000), como con cámaras digitales de 4 (Canon A520) y 12 (Nikon Coolpix L12) megapíxeles, anexadas a la lupa estereoscópica. Las imágenes fueron tratadas con los softwares: Adobe Photoshop 8.0 y Corel Photoshop 9.

Hay que remarcar la importancia que posee la publicación o fácil acceso de material de dibujo gráfico y de ilustración esquemática para trabajos de arquitectura foliar, debido a que muchos de los caracteres no se aprecian en las fotografías, y aún mas, algunos caracteres son interpretativos o producto de reconstrucciones, por lo que una buena representación gráfica de los caracteres observados puede homogeneizar caracteres complejos de describir y el mejor entendimiento de las descripciones realizadas.

Lista de morfotipos foliares de Angiospermophyta

1. SA 001 *Akania* sp.
2. SA 002 “mega percurrente”
3. SA 004 *Dryophyllum australis* Berry 1937
4. SA 005
5. SA 008 “dentada sp. 8”
6. SA 009 “*Cissites*” *patagonica* Berry 1937
7. SA 010 *Laurophyllum (Oreodaphne) piatnitzkyi* Berry 1937
8. SA 014 “*Sterculia*” *acuminataloba* Berry 1937
9. SA 016 “lorada broquidódroma”
10. SA 019 “Sterculiace sp.2”
11. SA 020 Rosidae sp.1
12. SA032 Arecaceae sp.1
13. SA035 “cissites serrado”
14. SA039 “*Paranymphea*” *aristolochiaformis* Berry 1937
15. SA040 “peltada sp. 1”
16. SA041 “percurrente perpendicular”
17. SA042 “*Fagophyllum*” *duseni* Berry 1937
18. SA043 “*Cupania* sp.”
19. SA044
20. SA045 Fabaceae sp.
21. SA046 *Laurophyllum (Nectandra) chubutensis* Berry 1937
22. SA047 “trilobada dentada”
23. SA048 “*Banaraphyllum*” *ovatum* Berry 1937
24. SA049 *Myrica premira* Berry 1937
25. SA050 “terciarias ramificadas”
26. SA051 Urticaceae sp.
27. SA052 “serrada sp. 1”
28. SA053 “lorada serrada”
29. SA054 “dientes compuestos”
30. SA055 “peltada sp. 2”
31. SA056 “lauroidea sp.2”
32. SA057 “dientes fuertes”
33. SA058 “Sterculiaceae trilobada”
34. SA059 “bajo rank dentado”
35. SA060 Menispermaceae n.sp.
36. SA061 Zingiberaceae sp.
37. SA063 “lauroidea recta”
38. SA065 Arecaceae sp.2
39. SA066 “eucamptódroma”
40. SA067 “base cuneada”
41. SA068 “palmada dentada”
42. SA069 “banara”
43. SA070 “dentada oblanceolada”
44. SA072 Arecaceae sp.3

Lista de morfotipos foliares de Coniferophyta (Coniferales)

- 45. SA 018 Podocarpaceae sp.1
- 46. SA062 “*Dacrycarpus* sp.”
- 47. SA071 Conifeal sp.1
- 48. SA073 Conifeal sp.2

Lista de morfotipos foliares de Filocophyta (Filicales)

- 49. SA025 Filicaceae sp.1
- 50. SA026 Filicaceae sp.2
- 51. SA027 Filicaceae sp. 3
- 52. SA064 *Lygodium* sp.

“Morfortipos ejemplares” y “ejemplares accesorios” para las floras tratadas en este trabajo, ordenadas por número de morfortipos

Morfortipo	“morfortipo ejemplar”	“ejemplares accesorios”
SA001 <i>Akania</i> sp.	PL2- 493	
SA002 “mega percurrente”	PL2- 1239	
SA004 “ <i>Dryophyllum</i> ” <i>australis</i>	PL2- 1238	PL2- 1448
SA005	PL2- 1063	
SA008 “dentada sp 8”	PL1- 884	
SA009 “ <i>Cissites</i> ” <i>patagonica</i>	PL2- 1174	PL2- 1049
SA010 <i>Laurophyllum</i> (<i>Oreodaphne</i>) <i>piatnitzkyi</i>	PL2- 1265	PL2- 1120
SA014 “ <i>Sterculia</i> ” <i>acuminataloba</i>	PL1-696	
SA016 “lorada broquidódroma”	PL2- 1461	
SA018 Podocarpaceae sp.1	PL2- 1124	PL2- 1351 ; PL2- 690 ; PL - 1519
SA019 “ <i>Sterculiaceae</i> sp.2”	PL2- 1883 a,b	
SA020 Rosidae sp.1	PL2- 1144	PL2- 520
SA025 “ <i>Filicaceae</i> sp.1”	PL1- 136	
SA026 “ <i>Filicaceae</i> sp.2”	OR2-146	
SA027 “ <i>Filicaceae</i> sp.3”	PL1-928	
SA032 <i>Arecaceae</i> sp.1	PL1-651	
SA035 “ <i>cissites serrado</i> ”	PL1- 894=944	
SA039 “ <i>Paranymphaea</i> ” <i>aristolochiaformis</i>	PL1- 946	
SA040 “peltada sp.1”	PL1- 1012	
SA041 “percurrente perpendicular”	PL1- 1154	
SA042 “ <i>Fagophyllum</i> ” <i>duseni</i>	PL1- 836	
SA043 “ <i>Cupania</i> sp. ”	PL2- 73	PL2- 83
SA044	PL1- 980	PL1- 596
SA045 <i>Fabaceae</i> sp.	PL1- 53	
SA046 <i>Laurophyllum</i> (<i>Nectandra</i>) <i>chubutensis</i>	PL1- 852	PL1-328
SA047 “trilobada dentada”	PL2- 1506	
SA048 “ <i>Banaraphyllum</i> ” <i>ovatus</i>	PL2- 603	
SA049 <i>Myrica</i> <i>premira</i>	PL2- 38	PL2- 1260 ; PL1- 234
SA050 “terciarias ramificadas”	PL2- 599	
SA051 <i>Urticaceae</i> sp.	PL2- 11	PL2- 50
SA052 “serrada sp.1”	PL1- 1124 a,b	
SA053 “lorada serrada”	PL1- 688	
SA054 “dientes compuestos”	PL2- 508	
SA055 “peltada sp.2”	PL2- 1484=1486	
SA056 “lauróidea sp.2”	PL1- 823	
SA057 “dientes fuertes”	PL2- 518a,b	
SA058 “ <i>Sterculiaceae</i> trilobada”.	PL2- 1087	PL1- 51
SA059 “bajo rank dentado”	PL2- 589	
SA060 <i>Menispermaceae</i> sp.	PL1- 690	
SA061 <i>Zingiberaceae</i> sp.	PL2- 129	PL2- 1123
SA062 “ <i>Dacrycarpus</i> sp.”	PL2- 658 a,b	
SA063 “lauróidea recta”	OR2-185	
SA064 <i>Lygodium</i> sp.	OR2-115	
SA065 <i>Arecaceae</i> sp.2	OR2-149	
SA066 “ <i>eucamptódroma</i> ”	LF-79	
SA067 “base cuneada”	OR2-178	
SA068 “palmada dentada”	LF-36	
SA069 “Banara”	LF-23	
SA070 “dentada oblanceolada”	LF-19	
SA071 <i>Coniferal</i> sp.2	OR2-180	
SA072 <i>Arecaceae</i> sp.3	CP-1	
SA073 <i>Coniferal</i> sp.3	PL2-658	

IX_2. MORFOTIPOS FOLIARES DE ANGIOSPERMOPHYTA

1. Morfotipo SA001, *Akania* sp.

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2020 (PL1-493)

Lámina IX_1: A_ PL2-1481; B_ PL2-1234; C_ PL2-493, D_ dibujo digital de C; E_ imagen al MEB de superficie externa de cutícula superior de PL2-1417; F_ PL1-1054; G_ dibujo bajo cámara clara de OR1-09; H_ detalle de PL2-493; I_ dibujo digital de H; J_ detalle de A; K_ detalle bajo cámara clara de OR1-09. Escala rellena= 1 cm. Escala delgada en milímetros.

Descripción:

Lámina simétrica, micrófila, de hasta 8,5 cm. de largo por 3,1 cm. de ancho. Relación largo/ancho= 3,7. De **forma** ovada y textura cartácea. **Pecíolo** marginal normal, de más de 1,6 cm. de longitud, disponiéndose en ángulo aproximado de 35° con respecto de la vena media. **Ángulo basal** agudo, de forma decurrente. **Ápice** de ángulo agudo de forma cóncava-extendida. **Margen** dentado. Con grandes **dientes** espinosos simples, a veces curvados, de hasta 2 mm. de largo y 2 mm. de ancho. No presentes en el ángulo basal de la hoja y mejor desarrollados en la porción media de la lámina. Dientes variables en tamaño y disposición, generalmente con espaciamiento regular; de forma cóncava/cóncava o cóncava/flexuosa. Dientes inervados por una vena medial o corriendo cercano al flanco basal del diente, de recorrido levemente curvo. La venación del diente proviene de una ramificación de un *loop* (arco de vena) de secundaria que se bifurca en la base del diente en ángulo grave, emitiendo una ramificación hacia el seno superior uniéndose a la vena fimbrial. No poseen venación accesoria más que una fuerte vena fimbrial. Generalmente más de 1 diente por vena secundaria, llegando a 2 o 3 dientes por secundaria en la porción media de la lámina. **Venación primaria** pinnada, con una vena primaria fuerte (6% del ancho máximo) de recorrido recto, perdiendo su grosor hacia el ápice. **Venación secundaria** semicraspedódroma, con secundarias algo débiles, de recorrido levemente curvo, unidas a las superadyacentes por sucesivos arcos de unión recta. Secundarias decurrentes, subopuestas, pueden ser alternas en el ápice. **Intersecundarias** débiles, a veces también conformando *loops*. Tres **venas basales**, producto de dos venas laterales débiles que inervan el ángulo basal de la lámina. **Vena fimbrial** fuerte, presente en todo el margen foliar, de hasta 0,18 mm. de ancho, que permite reconocer el margen intacto del dañado, confiriéndole una textura coriácea al margen y otorgando rigidez a los dientes. **Venación terciaria** con patrón percurrente alterno, con recorrido convexo o recto. De grosor fuerte, similar a las de segundo orden. Salen de secundarias en forma perpendicular y de la primaria con un ángulo ancho uniforme, y con disposición subopuesta. **Venas de cuarto orden** fuertes, tan gruesas como las de tercer orden, con

patrón reticulado poligonal regular. **Venas de quinto orden** con patrón reticulado poligonal regular, tendiente a percurrente opuesto. Generando **areolas** poligonales de tamaño medio (1-0,3 mm.), de desarrollo imperfecto y dispuestas al azar.

Materiales:

Se reconocieron 3 ejemplares para PL1 (PL1-1041, 1054, 1174), 12 ejemplares para PL2 (PL2-172, 269, 493, 557, 913, 1111, 1234, 1255, 1417, 1437, 1444, 1481); y 1 para OR1 (OR1-09).

Observaciones:

La disposición del pecíolo en cierto ángulo con respecto a la lámina, podría estar indicando una orientación preferencial de las hojas en la planta portadora. El ejemplar PL2-493 muestra abundantes glándulas resinosas a modo de pequeños círculos asociados a la venación de mayor orden (*resin dots*) en toda la lámina. Los detalles cuticulares que se han podido observar indican una cutícula delgada con células epidérmicas de paredes festoneadas y probables estomas paracíticos de forma elíptica.

El tipo de diente espinoso no glandular se conoce para varias familias dentro de distintas subclases de Cronquist. Quizás por el tipo de venación ramificada cerca del seno y su venación suavemente curva en el diente, exista una vinculación más cercana con las Rosidae. Hickey y Wolfe (1975) derivan el tipo de diente espinoso de dientes cunonioideos, dentro de las Rosidae.

Dentro de las Rosidae, las Familias Akaniaceae, Proteaceae y Meliosmaceae son las únicas que poseen vena fimbrial y dientes espinosos. Las últimas dos pueden descartarse por presentar sólo venación de tipo craspedódroma.

Akania bidwillii (R. Hogg) Mabberley, es la única especie actual de la familia Akaniaceae que presenta dientes (algunos autores incluyen el género *Bretschneidera* en esta Familia). Con las formas de la Formación Salamanca comparte las características de: secundarias saliendo en ángulos más rectos y realizando uniones de ángulo recto entre sí, venación al diente y seno, intersecundarias alcanzando los arcos broquidódromos. Difiere de las formas de la Formación Salamanca en: presentar hojas oblongas, dientes más desarrollados, disposición irregular de los dientes y no presentar arcos secundarios broquidódromos bien formados.

Metcalfé y Chalk (1950) proponen que el carácter más importante para relacionar una hoja a la especie actual, sea la característica de poseer papilas delgadas en las aréolas que oscurecen las vénulas. En algunos materiales del morfotipo SA001, es posible ver círculos pequeños de un material opaco, que son referidos a *resin dots* y probablemente puedan ser relacionados a éstos.

Romero y Hickey (1976) describen la especie *Akania americana*, semejante a las formas aquí descriptas, para las sedimentitas Eocenas en el NW de Chubut. Más tarde Gandolfo, *et al.* (1988) suman más material de la misma especie y yacimiento. En forma externa esta especie se asemeja por

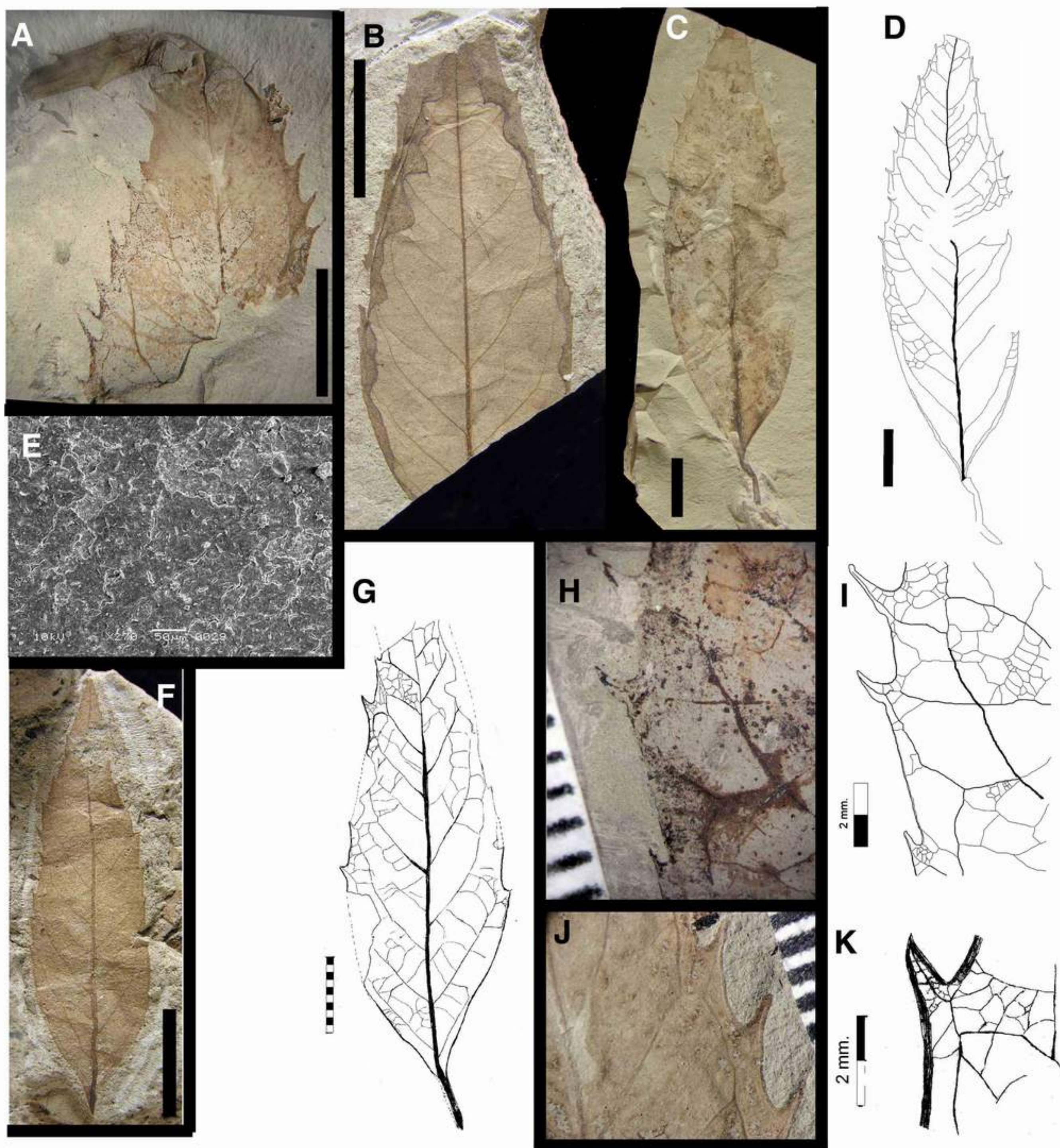


Lámina IX-1: Morfotipo SA001. A_ PL2-1481; B_ PL2-1234 ; C_ PL2-493, D_ Dibujo digital de C; E_ Imagen al MEB de superficie externa de cutícula superior de PL2-1417 ; F_ PL1-1054; G_ Dibujo bajo cámara clara de OR1-09; H_ Detalle de PL2-493; I_ Dibujo digital de H; J_ Detalle de A; K_ Detalle bajo cámara clara de OR1-09. Escala rellena= 1 cm. Escala delgada en milímetros.

El morfotipo SA002 es semejante a ejemplares ilustrados en Kennedy, *et al.* (2002, p.330, fig.o) como forma-IT10 de la Formación Farewell (Paleoceno) del Norte de Nueva Zelanda. Desafortunadamente no existen publicaciones más detalladas para una correcta comparación entre las formas.

Presenta semejanza con *Alnus parvifolia* (Berry) Wolfe y Wehr, que es una de las especies más comunes en el Eoceno de la Flora de Republic (USA), y que posee registros en el hemisferio norte durante todo el Eoceno; con esta especie comparte los caracteres de venación primaria y secundaria y terciaria, congestión de secundarias en la base, aumento del ángulo de secundarias hacia la base, la ausencia de intersecundarias, el tipo de venación al diente, forma de la base y ápice. Difiere en una mayor cantidad de dientes desarrollados por secundarias, en poseer dientes de diferentes órdenes y no espinosos.

El tipo de venación en el diente correspondería a una variación espinosa del diente cunonioides de Hickey y Wolfe (1975), donde la vena principal emite una ramificación acrópeta cerca de la base del diente que se pasa cerca del seno y colabora en la venación del diente supradacente, y donde la venación de menor orden puede desarrollarse en forma broquidódroma. Este tipo de diente se ha observado en la Subclase Rosidae: Cunoniaceae, Rhamnales, Umbellales, Oleales, Sapindales, Juglandales, Saxifragales (Hickey y Wolfe, 1975).

Lámina IX_2, Morfotipo SA002: Fig. A_ PL2-139; Fig. B_PL1-1498; Fig. C_PL2-1202; Fig. D_ PL-03; Fig. E_ dibujo digital de PL2-1498; Fig. F_ dibujo digital de PL2-1239; Fig. G_ ápice de PL2-58; Fig. H_ detalle de PL2-1239; Fig. I_ LF-09; Fig. J_ detalle de I; Fig. K_ dibujo digital de H; Fig. L_ dibujo bajo cámara clara de LF-1; Fig. M_ detalle de diente del margen medial de L; Fig. N_ detalle de diente del margen basal de L; Fig. O_ detalle de P; Fig. P_ dibujo bajo cámara clara de PL-03. Escala entera= 1 cm. Escala rayada en milímetros.

su relación largo/ancho, base aguda, margen dentado salvo en el ángulo basal, disposición angular del pecíolo; pero difiere por el tamaño mucho mayor (10-11 cm. de largo por 4-3 cm. de ancho) y ser de forma elíptico angosta. Los patrones de venación primaria, secundaria, terciaria y de quinto orden son semejantes, aunque la especie eocena posee un número mayor de secundarias y con un ángulo de unión obtuso. Las secundarias son decurrentes con la primaria. Las formas de la Formación Salamanca presentan un ápice extendido, sin llegar a ser un *drip tip* (ápice acuminado extendido), desafortunadamente ningún material de *A. americana* preserva su porción apical. La forma de los dientes es similar aunque más grande (en *A. americana* llegan a los 4 mm., con 2 mm. de largo de la espina). Posee un patrón de venación que suple al diente de igual forma, con una rama al seno superior, aunque la vena que suple al diente entra en forma medial. La diferencia mayor ocurre en la disposición de los dientes ya que en el ejemplar de la Formación Salamanca parece ser más regular, desarrollando 2 o 3 dientes por secundaria y sin presencia de dientes en el ángulo basal de la lámina. Al igual que *A. americana* el morfotipo SA001 también posee una conspicua vena fimbrial suplida por la ramificación de la venación del diente.

La especie *Akania patagonica* Gandolfo, Dibbern y Romero, que proveniente del mismo yacimiento que *A. americana* Romero y Hickey (Gandolfo, *et al.*, 1988), comparte con el morfotipo SA001 la venación semicraspedódroma, forma de los dientes, venación suplida al diente entrando excéntricamente y con una ramificación que inerva a la vena fimbrial en el seno, terciarias fuertes, venas de 4 y 5to orden con patrón de venación no azaroso. Difiere con SA001 en: la forma oblonga, en poseer la base obtusa presentando dientes, mayor número de secundarias, secundarias uniéndose en ángulos agudos, intersecundarias nunca alcanzando los arcos broquidódromos, venación de alto orden con patrón ortogonal generando areolas cuadrangulares.

Concluyendo, las formas SA001 pueden ser adjudicadas a una nueva especie de *Akania*, y corresponderían al registro más antiguo para la Familia.

2. Morfotipo SA002, “mega percurrente”

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2021 (PL2-1239)

Lámina IX_2: Fig. A_ PL2-139; Fig. B_ PL1-1498; Fig. C_ PL2-1202; Fig. D_ PL-03; Fig. E_ dibujo digital de PL2-1498; Fig. F_ dibujo digital de PL2-1239; Fig. G_ ápice de PL2-58; Fig. H_ detalle de PL2-1239; Fig. I_ LF-09; Fig. J_ detalle de I; Fig. K_ dibujo digital de H; Fig. L_ dibujo bajo cámara clara de LF-1; Fig. M_ detalle de diente del margen medial de L; Fig. N_ detalle de diente del margen basal de L; Fig. O_ detalle de P; Fig. P_ dibujo bajo cámara clara de PL-03.

Descripción:

Hojas simples, asimétricas en base por forma, micrófilas a mesófilas, mayormente notófilas, de hasta 15 cm. de largo y 6 cm. de ancho. Relación largo/ancho= 1,5. **Forma** levemente ovada. **Textura** cartácea. **Pecíolo** fuerte, ensanchado distalmente, con inserción oblicua, de hasta 1 cm de largo. **Base** de ángulo agudo, de forma decurrente, asimétrica en forma. **Ápice** de ángulo agudo, de forma convexa. **Margen** serrado con dientes simples espinosos, 2-3 por cm., regularmente espaciados, de forma recta/convexa, cóncava/rt, recta/flexuosa, con una espina que se proyecta fuera del margen, no superando los 0,5 mm. De largo por 0,3 mm. de ancho. Senos redondeados, raramente agudos. Se generan 1, 2 o 3 dientes por secundaria. Los **dientes** son inervados por vena medial proveniente de una secundaria o una ramificación exmedial que, antes de entrar al diente, emite una ramificación al seno suprayacente. La vena medial del diente es levemente curva y llega con fuerza al ápice del diente, en ocasiones proyectando una espina corta. **Venación primaria** pinnada, vena primaria de grosor moderado, de recorrido recto. **Venación secundaria** craspedódroma, en ocasiones semicraspedódroma en el ápice de la lámina. Venas secundarias de grosor moderado, saliendo con ángulos moderados (54°-65°), decurrentes. Son de recorrido curvo abrupto en el margen, se hacen más rectas en el ápice y generan ramificaciones basípetas que inervan dientes. No presentan variaciones en el ángulo de divergencia, o presentan ángulos abruptamente incrementado hacia la base. Pueden presentar congestión de venas basales. Presentan un espaciado decreciente hacia la base y ápice. Algunas secundarias en el ápice, se unen a la supraduyente por medio de arcos terciarios. Característicamente no presentan venas intersecundarias. La vena primaria corresponde a la única vena basal. **Venas Terciarias** de grosor moderado, con patrón percurrente mixto opuesto-alterno, de curso convexo, muy regular, obtusas o perpendiculares a la vena primaria, con ángulos incrementándose levemente hacia la base, forman característicamente un ángulo fuerte cercano a la vena medial (en *chevron*). Hacia el margen generan diferentes series de arcos. **Venas de cuarto orden** con patrón percurrente alterno, formando areolas pentagonales de 2 mm. de tamaño. **Venas de quinto orden**, de grosor débil, con patrón percurrente alterno, formando areolas pentagonales o rectangulares del orden de los 0,4 mm. **Venación libre** (FEVs), 2 o más veces ramificadas. **Venación última** marginal ojalada.

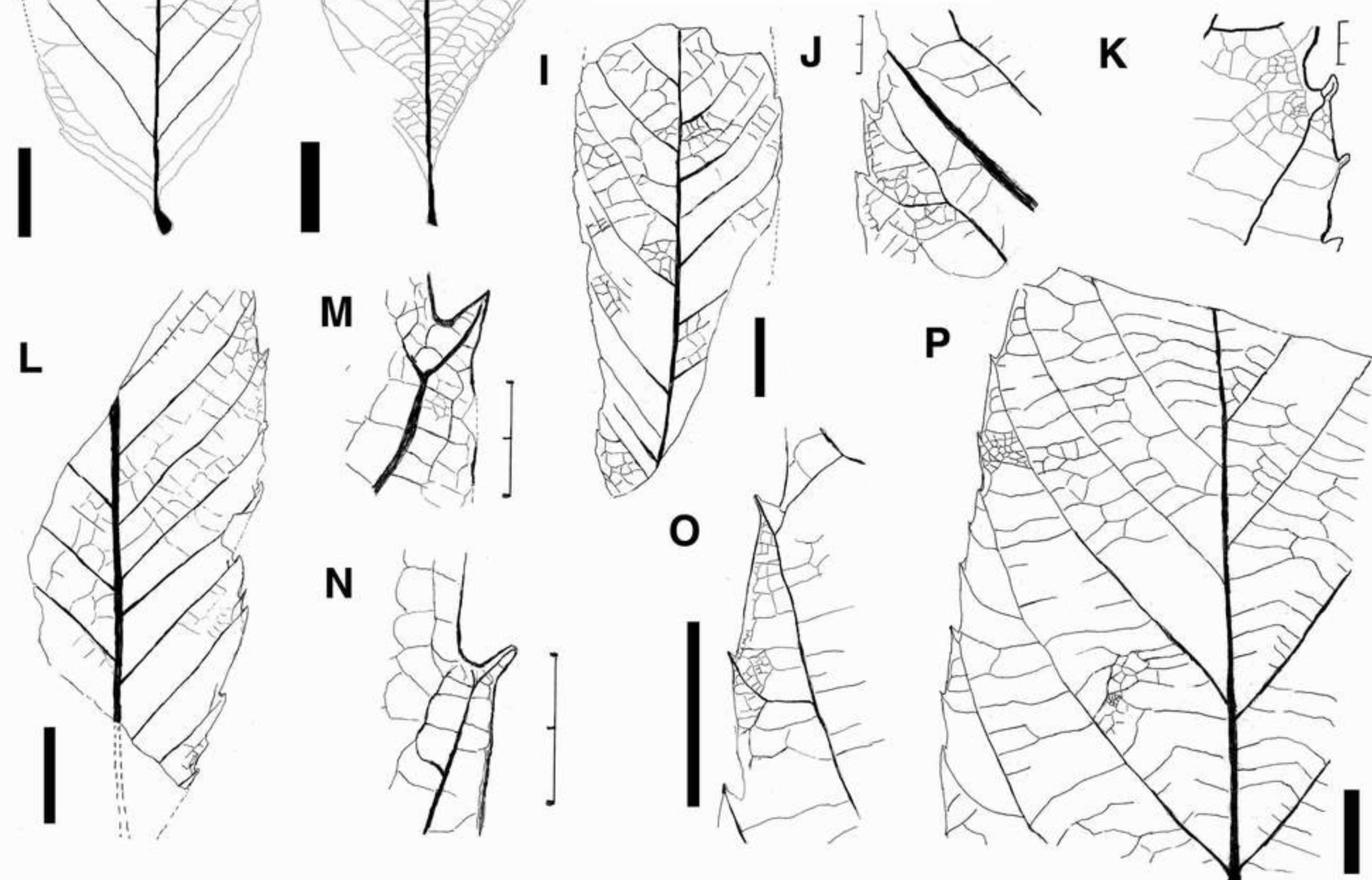
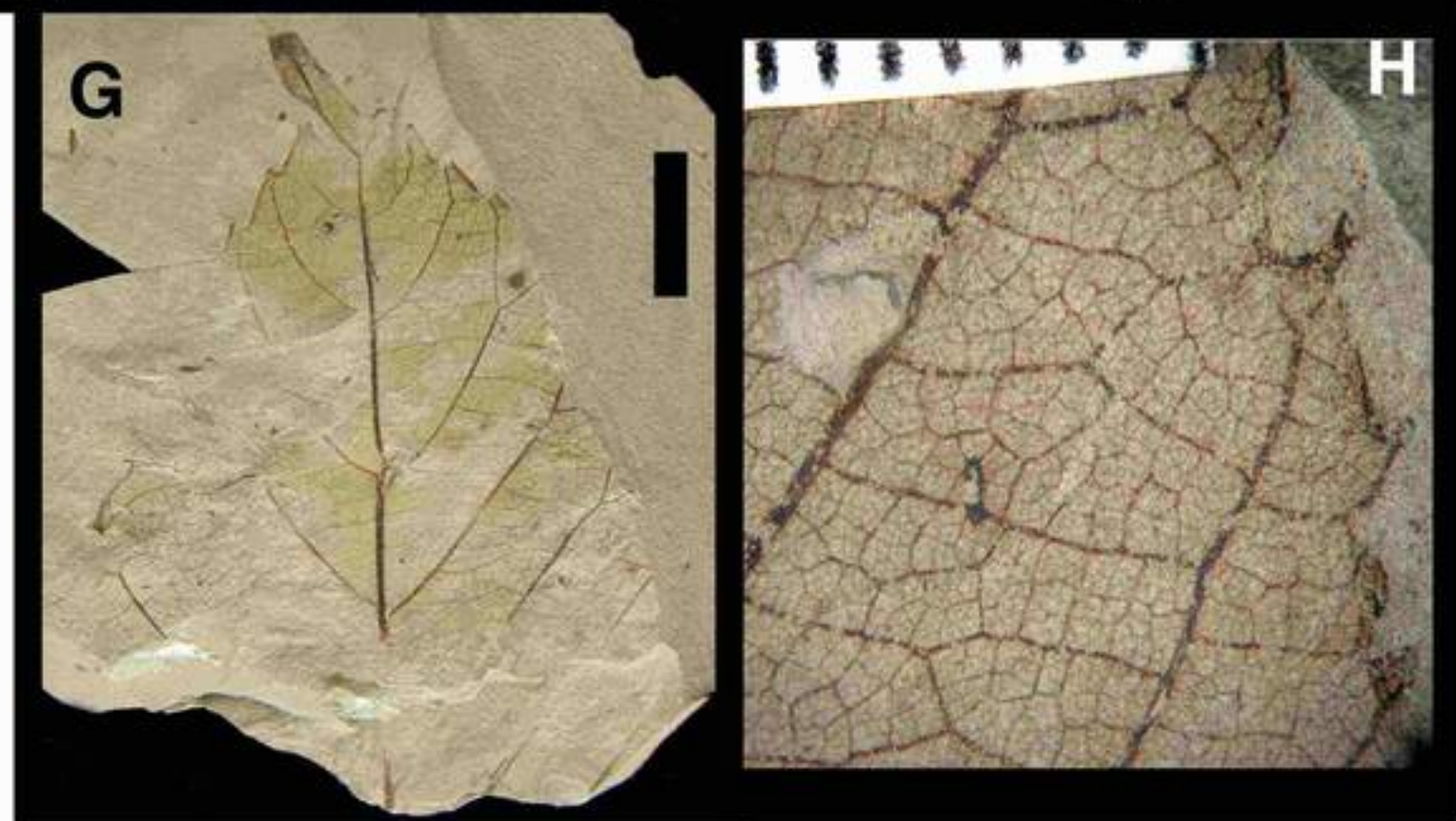
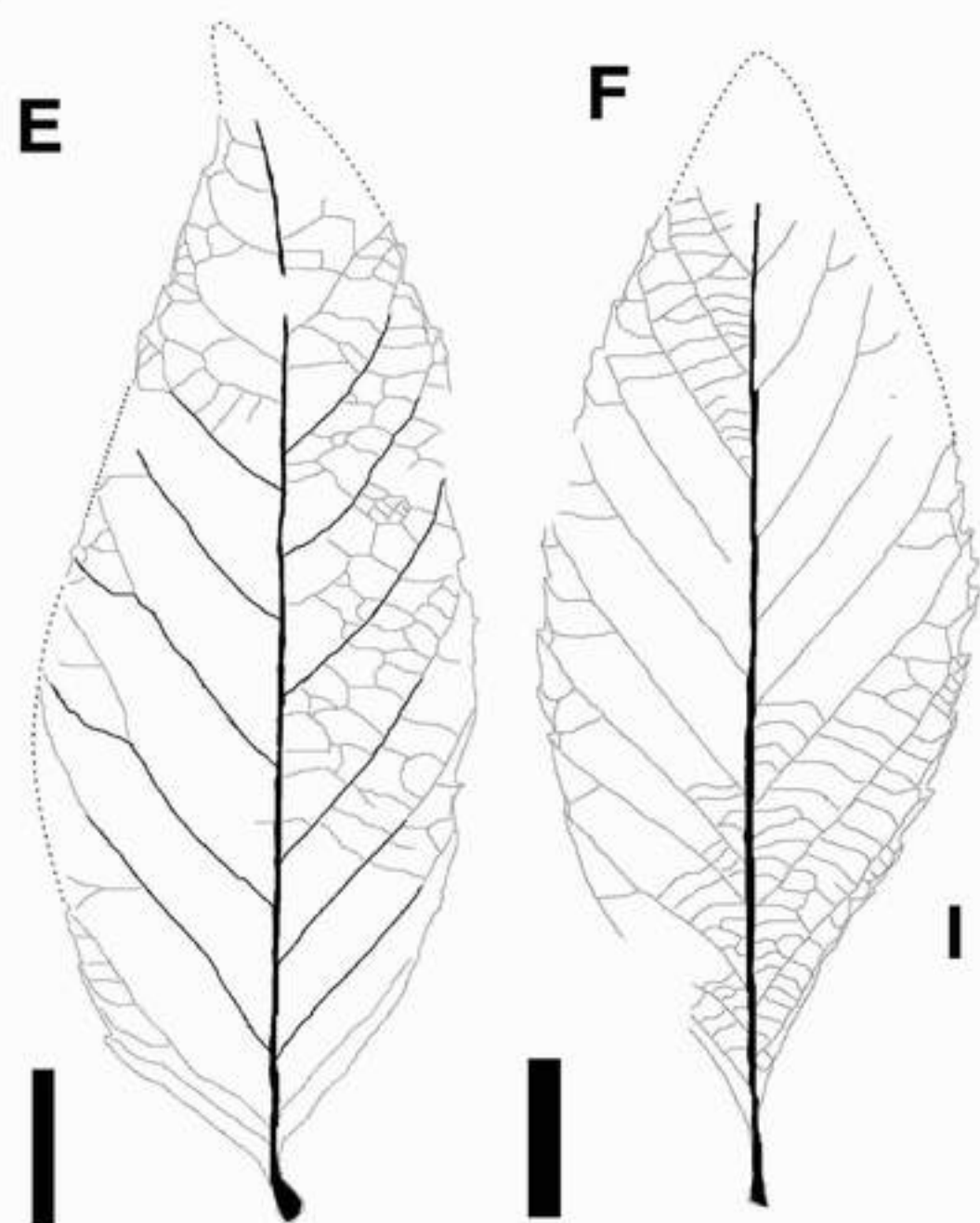
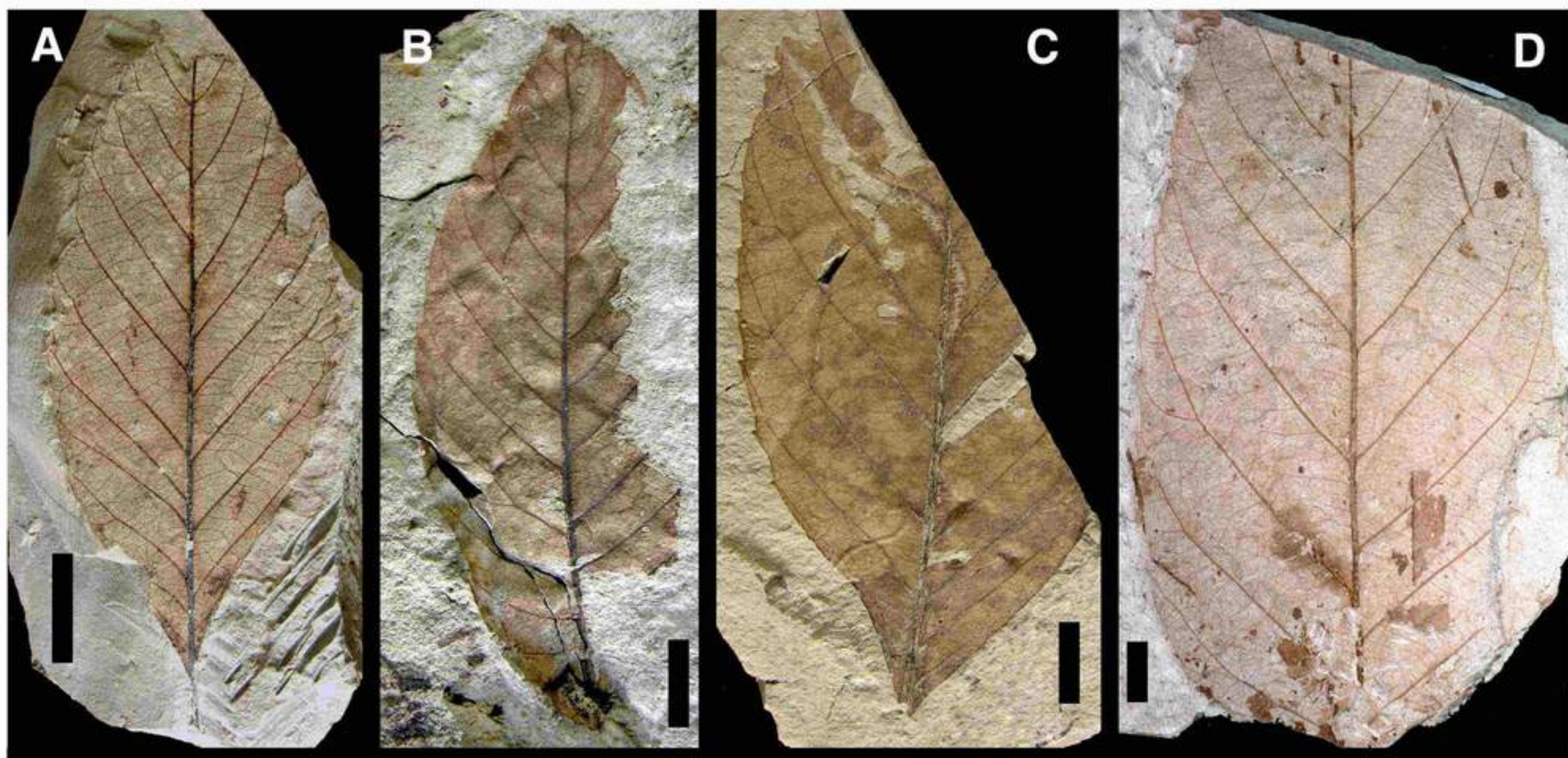
Materiales:

PL1- 8, 70, 237, 348, 386, 396, 543, 570, 653, 697, 785, 989, 1026, 1169, 1498, PL-03.

PL2- 58, 139, 604, 804, 897, 1167, 1202, 1209, 1239, 1346, 1373, 1468, 1498, 1520.

LF- 1, 9, 43, 76, 84, 85, 96.

Observaciones:



3. Morfotipo SA004, *Dryophyllum australis* Berry, 1937a

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2022 (PL2-1238)

Accesorio: PL2-1448

Lámina IX_3, Morfotipo SA004, *Dryophyllum australis* Berry, 1937a: A_ USNM 208522; B_ USNM 208523; C_ PL2-1238; D_ Dibujo bajo cámara clara, detalle venación del diente en PL-26d; E_ PL1-850; F_ PL1-675; G_ PL1-682; H_ Dibujo digital de G; I_ PL1-675; J_ Detalle del margen basal y dientes en PL2-1432; K_ Detalle de venación secundaria en PL2-1446; L_ Dibujo digital de K; M_ Dibujo mano alzada de PL-10; N_ Detalle de venación de los dientes en PL2-1448; O_ Dibujo digital de N.

Descripción:

- **Láminas** simétricas o levemente asimétricas en forma, notófilas a mesófilas, mayormente micrófilas, de hasta a 11 cm. de largo por 8 cm. de ancho. **Forma** ovada, raramente elíptica. **Textura** cartácea. **Pecíolo** marginal normal, a veces ensanchado distalmente, de hasta 1 cm. de largo y 1,5 mm. de ancho. Se dispone formando cierto ángulo con la lámina foliar. **Base** de ángulo obtuso y forma convexa, raramente redondeada. **Ápice** de ángulo agudo, y forma convexa. **Margen** serrado con dientes simples o compuestos, de ápice simple o cortamente mucronado. Espaciamiento de los dientes, regular. Frecuentemente el margen está dañado y no se preserva. **Dientes** de bordes convexo-convexos o flexuoso-flexuosos, cuando son compuestos llegan a desarrollar 2 o 3 cúspides basales y 1 o 2 apicales. Aproximadamente 4 por cm. La altura de los dientes es del orden de los 5 mm., y los dientes accesorios no superan 1 mm. Senos agudos. Un diente por secundaria. Dientes inervados por una vena medial recta o levemente curva, que emite ramificaciones a cúspides menores y genera venación de menor orden a los flancos de tipo broquidódroma. Generalmente ocurre una venación accesoria proveniente del seno infrayacente. **Venación primaria** pinnada, con una vena media que se debilita a la mitad de la lámina y se resuelve en dicotomías en el ápice, de recorrido sinuoso, en ocasiones zigzagueante al derivar las secundarias. **Venación secundaria** craspedódroma, con 10 a 12 venas secundarias de grosor moderado, opuestas o subalternas, salen con ángulos anchos incrementándose suavemente hacia la base; característicamente con diferencia en el ángulo de salida de las secundarias entre hemiláminas otorgando asimetría a la hoja. Son decurrentes en su base y con espaciamiento a intervalos regulares (cada 7 mm.). Tienen recorrido mayormente recto, curvándose suavemente en el margen y emitiendo 2 o 3 ramificaciones curvas basales, que inervan las cúspides accesorias. Pueden ocurrir ramificaciones acrópetas que inervan cúspides menores o el seno supradadyacente. Presentan venas agrópicas, acródromas, simples o compuestas, pero sin alcanzar una gran

superficie basal. Las venas agrópicas son decurrentes y sus ramificaciones son levemente curvas en recorrido. No ocurren venas intersecundarias. **Venas de tercer orden**, débiles, densas, de curso muy recto, con un patrón percurrente mixto opuesto-alterno, con ángulos obtusos en relación a la vena primaria. Variación de los ángulos incrementándose hacia la base. **Venas de cuarto orden** con un patrón reticulado poligonal regular, muy ortogonal. Forman grandes areolas pentagonales de 3 mm. de largo. **Venas de quinto orden** distinguibles, formando un reticulado poligonal regular. **Areolación** moderadamente desarrollada. No se observan FEVs. **Venación última** marginal ojalada, a veces abierta.

Materiales:

PL1-41, 50, 56, 59, 75, 76, 92, 100, 105, 109, 112, 113, 133, 149, 150, 156, 161, 175, 186, 194, 201, 241, 282, 314, 352, 359, 362, 391, 392, 404, 409, 452, 485, 503, 542, 555, 633, 675, 682, 715, 722, 729, 740, 748, 775, 793, 812, 816, 832, 844, 846, 850, 864, 867, 870, 882, 893, 913, 924, 976, 991, 995, 1001, 1010, 1146, 1161, 1166, 1177. PL-26d, PL-10.

PL2-122, 494, 562, 783, 837, 900, 1024, 1103, 1109, 1190, 1340, 1420, 1432, 1446, 1492, 1502, 1501, 1238, 1448.

DR- 8, 12.

LF- 10, 18, 22, 33, 34, 37, 159.

Observaciones:

Dryophyllum australis Berry, fue erigida sobre la base de dos especímenes de la Formación Salamanca que, aunque fragmentarios, fueron descritos con relativa extensión. Revisando los materiales tipo de la especie (USNM 208522 y USNM 208523a, b) se pudieron reconocer todos los caracteres y otros no descritos, que asignan el morfotipo SA004 a la especie de Berry.

Los nuevos ejemplares muestran una mejor y más completa preservación, evidenciando mayores caracteres en la venación de orden mayor y una mejor preservación del margen y dentición. Los caracteres aquí descritos amplían y actualizan los términos de la descripción original para la especie.

El espécimen USNM 208522 presenta caracteres de venación y morfología muy diferentes a USNM 208523 y SA004, tales como: presentar un único diente por secundaria, dientes muy asimétricos, senos redondeados, de forma convexo/retroflexa o recto/convexa, pecíolo de curso recto y grosor fuerte en toda la lámina, secundarias curvadas algo más uniformes, llegan al seno y se bifurcan. Debido a esto, el ejemplar es relacionado con SA042 y debería excluirse como material tipo de la especie. No obstante ello, la descripción original en la publicación de Berry para la especie *D. australis* (y para el ejemplar tipo USNM 208523) no difiere de la especie aquí reconocida.

Dryophyllum, corresponde a un género extinto propuesto por Debey (1880), aunque las descripciones formales corresponderían a Saporta, 1968 (Jones, *et al.*, 1988). Berry ubica los materiales de la Formación Salamanca en este género, sólo por no encontrar similitudes de forma externa con hojas del Mioceno al reciente y el hecho de que el género es muy común y ampliamente distribuido desde el Cretácico superior al Eoceno, tanto en el Hemisferio Norte como en el Hemisferio Sur (Berry, 1937a). Fue la opinión de muchos autores (*e.g.* Romero, 1986) de realizar una revisión de dicho género, por las probables relaciones Nothofagaceae, Fagaceae, Betulaceae y otras Hamamelidae. Jones, *et al.* (1988) realizan una re-descripción de los materiales tipo y realizan una nueva diagnosis para el género, concluyendo que unos de los caracteres que identifican a *Dryophyllum* son: base aguda, asimétrica; ápice agudo y atenuado; margen regular a irregularmente serrado, entero en el ángulo basal de la lámina, dientes agudos; venación camptódroma a semicraspedódroma. La diagnosis enmendada no concuerda con los caracteres observados en SA004, por lo que la especie de la Formación Salamanca debe ser re-asignada y alejada de *Dryophyllum*.

El género *Dryophyllum*, fue re-asignado a la Familia Juglandaceae (Jones, *et al.*, 1988), pero los caracteres utilizados para tal asignación se basaron en caracteres inexistentes en el morfotipo SA004, como lo visto más arriba, por lo que su posible asignación a esta familia queda eliminada.

El morfotipo SA004 presenta similitudes con *Nothofagus magellanica* Engelhardt, especie reconocida en el terciario de Chile por Engelhardt (1981) y Dusén (1907), por presentar hojas asimétricas, de base redondeada, con ángulo diferencial entre las secundarias, primarias perdiendo grosor hacia el ápice y curso algo sinuoso en el ápice y mala preservación del margen. Menos semejanza pero con ciertos caracteres puede ser referida a *Fagus subferruginea* Dusén, que como bien exponen Dibern y Romero (1984) esta especie posee características distintivas del género *Nothofagus*, como la presencia de venas agrópicas y dientes compuestos.

El morfotipo SA004 se asemeja a ejemplares descritos en el Cretácico más alto y Paleoceno de South Island (Nueva Zelanda), como forma-PB1 ilustrada y fotografiada por Kennedy, *et al.* (2002, p.326, fig. a-b; p.334, fig.a) del Cretácico superior y la forma IT-16 ilustrada (Kennedy, *et al.*, 2002, p.331, fig. u), aunque las descripciones no se encuentran publicadas como para realizar mayores comparaciones, pueden observarse caracteres similares en la vena media con patrón sinuoso al emerger las secundarias, semejante distribución en las secundarias, ángulo de salida y curso, así como una débil tendencia a preservar el margen foliar.

Los tipos de dientes con vena medial fuerte y venación menor broquidódroma, han sido denominados como dientes platanoideos y urticoideos (Hickey y Wolf, 1975). Los dientes platanoideos poseen ápice glandular, y el último par de venas de menor orden se curva pero no alcanza a la vena media, caracteres inexistente en SA004.

Las características de hojas ovadas, con vena media fuerte algo curvada o zigzagueante al emitir las secundarias, venación acródroma, dientes compuestos con una vena principal medial, venas secundarias de curso generalmente recto que se curvan cerca del margen generando ramificaciones basales, presencia de venas agrópicas, terciarias de disposición percurrente fuerte mayormente opuestas, venas de cuarto y quinto orden fuertes y areolación moderada a bien desarrollada, venación última marginal ojalada abierta, acercan a este morfotipo foliar a los caracteres arquitecturales dentro de la Familia Nothofagaceae. Caracteres que no ocurren con frecuencia en las Nothofagaceas son la venación accesoria de los dientes, pero la presente en SA004 ocurre desde el seno, como en *N. alessandrii*.

De las especies descriptas originalmente por Dusén (1907, 1916) y luego revisadas por Dibern y Romero (1984) y Romero y Dibern (1985) para Antártida y el Sur de Patagonia, el morfotipo SA004 se asemeja a *Nothofagus elongata* (Dusén) Romero y Dibern, y a *Nothofagus variabilis* Dusén, por poseer más de 10 pares de secundarias, dientes compuestos con 2 o 3 cúspides accesorias basales y 1 o 2 apicales, de forma convexo/convexa o recto/convexa, senos agudos, base levemente asimétrica, redondeada, vena primaria zigzagueante al salir las secundarias, lámina ovada elongada u ovada ancha con un base amplia, tendiente a ser en algunos ejemplares levemente cordada.

Dentro de las especies actuales sudamericanas de *Nothofagus*, el morfotipo SA004 se asemeja en forma externa a las que poseen hojas de tamaño grande: *N. alessandrii*, *N. glauca* (Ruiz, Roble) y *N. obliqua* (Roble Pellín).

N. alessandrii, aunque con hojas de 6-9 cm. de largo por 3-4 cm. de ancho, presenta dientes espinosos simples muy desarrollados, con venación accesoria basal en los dientes formada por venas de menor orden que nacen desde el seno.

N. glauca, presenta asimetría marcada en la lámina con disposición diferencial de los ángulos de salida de las secundarias igual o más marcado que SA004, también se asemeja en presentar dientes compuestos, poseer en ocasiones cúspides apicales menores en los dientes compuestos inervados por una vena terciaria, venas agrópicas, aunque en este caso broquidódromas; y vena media en zig-zag perdiendo grosor rápidamente.

N. obliqua, al igual que *N. glauca*, presenta asimetría en la lámina y dientes compuestos que pueden desarrollar una cúspide apical. Presenta además secundarias que se curvan en el margen al inervar los dientes como en SA004.

N. nítida y *N. dombeyi* (Coihue) poseen hojas más pequeñas con dientes simples fuertes, aunque con hojas ovadas de ápice acuminado, mostrando venas agrópicas. *N. betuloides* (Guindo) posee hojas muy pequeñas aunque ovadas, de ápice agudo base redondeada o cuneada, margen con

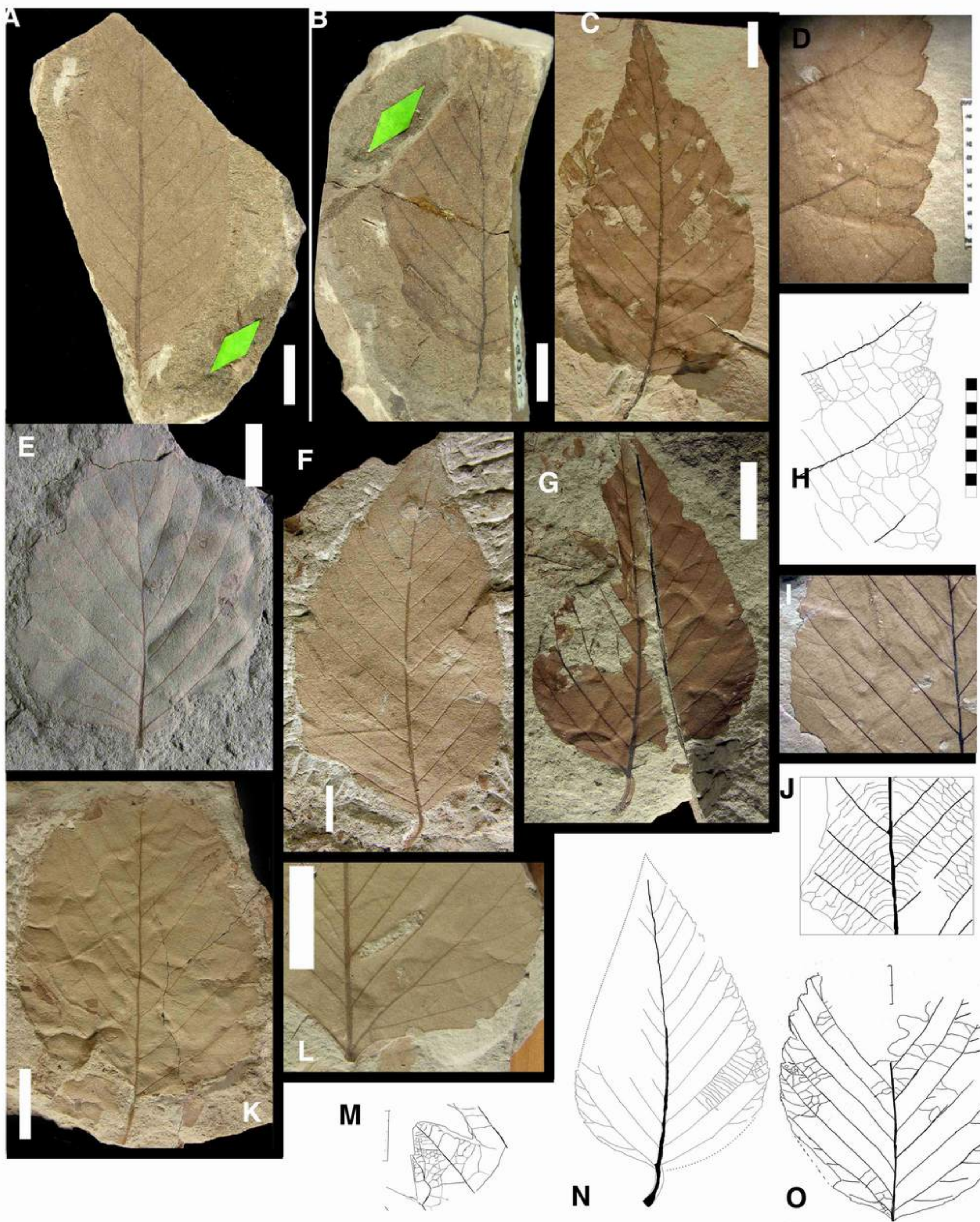
fuertes dientes compuestos y venas agrópicas fuertes. *N. antartica* (Lenga) posee hojas muy pequeñas con escasas secundarias que pueden ramificarse y margen irregularmente dentado-lobado.

Nothofagus obliqua Mirb. var. *macrocarpa*, presenta venas agrópicas débiles o compuestas, vena media zigzagueante, venas terciarias percurrentes muy organizadas.

N. alpina (Rauli) puede presentar grandes hojas (5-7 cm. de largo por 2,5-3,5 cm. de ancho), ovadas, con más de 13 pares de secundarias de curso recto, ángulo de secundarias levemente aumentándose hacia la base, vena primaria en ocasiones sinuosa pero posee dientes mayormente simples, sin venas agrópicas, y textura fuerte.

Entre las especies de las Nothofagaceas con hojas grandes de la región Australasia: *N. morei* (del NE de Australia) posee dientes muy serrados y venas intersecundarias muy fuertes. *N. carrii*, *N. grandis*, *N. pseudoresinosa*, *N. rubra*, *N. pullei* y *N. recurva* (Nueva Guinea) poseen margen liso y ápice emarginado, así como *N. baumaniae*, *N. codonandra* y *N. aequilateris* (Nueva Caledonia). *N. flaviramea* y *N. starkenborghii* (Nueva Guinea) tienen margen liso y abundantes secundarias delgadas. *N. resinosa* posee hojas ovadas de margen crenado base redondeada y ápice emarginado. *N. crenata* posee margen crenado, son hojas ovadas de ápice acuminado. *N. perryi* (Nueva Guinea) posee hojas ovales de margen crenado base redondeada y ápice agudo. *N. balansae* (Nueva Caledonia) posee hojas obovadas, crenadas en la porción apical de la lámina de base aguda decurrente y ápice emarginado con secundarias saliendo en ángulo muy agudo. *N. discoidea* (Nueva Caledonia) posee hojas ovadas fuertemente crenadas (salvo en el ángulo basal) ápice agudo base cuneada. *N. nuda* (Nueva Guinea) posee la hoja más grande para la familia (de 8-10cm de largo 3-4 cm. de ancho).

Lámina IX_3, Morfotipo SA004: A_ USNM 208522; B_ USNM 208523; C_ PL2-1238; D_ Dibujo bajo cámara clara, detalle venación del diente en PL-26d; E_ PL1-850; F_ PL1-675; G_ PL1-682; H_ Dibujo digital de G; I_ PL1-675; J_ Detalle del margen basal y dientes en PL2-1432; K_ Detalle de venación secundaria en PL2-1446; L_ Dibujo digital de K; M_ Dibujo mano alzada de PL-10; N_ Detalle de venación de los dientes en PL2-1448; O_ Dibujo digital de N. Escala entera= 1 cm. Escala rayada en milímetros.



4. Morfotipo SA005

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2023 (PL2-1063)

Lámina IX_4: Morfotipo SA005: A_ PL1-958; B_ PL2-904; C_ Foto bajo lupa de dientes del margen apical en E; D_ Foto bajo lupa de dientes del margen medial en E; E_ MPEF-PB-2023 (PL2-1063); F_ Dibujo bajo cámara clara (Dbcc) de OR1-34; G_ Dbcc de dientes del margen apical de OR1-31; H_ Dbcc de OR-29; I_ Dbcc de CS-02; J_ Dbcc de CS-02; K_ Dbcc de dientes del margen medial en G; L_ Dbcc de OR-38; M_ Dbcc de dientes del margen medial en L.

Descripción:

- **Hojas** de base levemente asimétrica. Micrófilas o notófilas, mayormente micrófilas, llegando hasta 8 cm. de largo por 2,7 cm. de ancho. Relación largo/ancho variable= 2-5, **forma** ovada-lanceolada. **Textura** cartácea a membranácea, de tonalidad clara a amarillenta. **Pecíolo** marginal, normal, dispuesto en leve ángulo con la vena media. **Ángulo basal** agudo, base de forma decurrente. **Ángulo apical** muy agudo, de forma cuneada (recta). **Margen** dentado, con pequeños **dientes**, no presentes en el ángulo basal de la lámina, solamente esbozados en las formas micrófilas (difícil de distinguir como dientes); 3 dientes por cm. Forma de los dientes convexos/convexa o recto/convexa. Senos angulares. Dientes simples glandulares, con una glándula opaca, inervados por una vena medial proveniente de la ramificación de una secundaria, esta vena emite una rama apical en la base del diente, que se une a las ramificaciones escurrentes que generan series de arcos hacia el margen. **Venación primaria** pinnada. Vena media fuerte de recorrido levemente curvo. **Venación secundaria** semicraspedódroma, con 13-15 venas secundarias de recorrido curvo uniforme, subopuestas, salen de la vena media en forma decurrente, con ángulos moderados, disminuyendo suavemente hacia la base, con un espaciado incrementándose hacia la base. Cuando se acercan al margen se unen a la suprayacente por medio de ángulos agudos y mediante sucesivos arcos (*loops*) paralelos al margen. No presentan venas agrópicas. Existen 3 venas basales: la vena media y un par de secundarias con menor ángulo de salida. Venas intersecundarias simples, débiles, con mayor ángulo de salida que las secundarias. **Venas de tercer orden** con patrón percurrente mixto opuesto-alterno, de recorrido recto o convexo, salen de las secundarias con ángulos anchos, y se disponen perpendicularmente a la primaria. Se observa un incremento apical del ángulo de las terciarias con respecto a la vena media. **Venas de cuarto orden** con patrón reticulado regular poligonal. **Venas de quinto orden** con patrón reticulado poligonal regular. **Areolación** moderadamente desarrollada, de tamaño medio y forma pentagonal. **Venación última** marginal ojalada.

Materiales:

PL1- 85, 86, 239, 344, 360, 364, 439, 951, 956, 958, 1032, 1141.

PL2-106, 516, 517, 904, 953, 976, 1063, 1095, 1177, 1221.

OR1- 29, 31, 34, 38.

CS- 2.

Comparaciones:

El morfotipo SA005 puede ser comparado con *Myrica premira* Berry. La descripción original de esta especie fósil es muy escueta, el carácter de textura sub-coriácea es muy diferente al observado en SA005 que, característicamente, se presenta con textura cartácea a membranácea de tonalidades claras a amarillentas. Berry (1937a) describe a los ejemplares de *M. premira* como formas elípticas lanceoladas y con secundarias craspedódromas de espaciamiento regular. Estos caracteres no se corresponden a los vistos en SA005.

Berry (1937a) crea la especie *Myrica premira* por su semejanza con *Myrica mira*, descrita por él mismo (Berry, 1925) para los sedimentos Eocenos de Laguna de Hunco. *M. mira*, es ovada, con ápice acuminado y base cuneada y vena media curva; pero, las características de venación craspedódroma, secundarias de curso recto, terciarias de curso perpendicular opuesto (transversal), dientes a intervalos de 5-12 mm., menos prominentes en el ápice, textura coriácea, las alejan del morfotipo SA005.

Se asemeja a la forma IT4 ilustrada y fotografiada por Kennedy, *et al.* (2002; p. 330, Fig. i; p:335, Fig. k) de la Formación Farewell (Paleoceno) del norte de Nueva Zelanda, pero los caracteres de venación menor no fueron dibujados ni descritos, impidiendo mayores comparaciones. También presentan semejanzas con las forma PPT19 (p: 333 Fig.w; p: 335 Fig.r) y PPT2 (p: 332 Fig.f; p: 335 Fig.o) del mismo trabajo y formación.

El tipo de venación en el diente corresponde a los de tipo Cunonioide de Hickey y Wolfe (1975), donde la vena principal emite una ramificación acrópeta cerca de la base del diente, que pasa cerca del seno y colabora en la venación del diente supradacente, y donde la venación de menor orden puede desarrollarse en forma broquidódroma (a diferencia del diente de tipo rosóideo que es recta). Este tipo de diente se ha observado en la Subclase Rosidae: en la familia Cunoniaceae y en los órdenes: Rhamnales, Umbellales, Oleales, Sapindales, Juglandales, Saxifragales (Hickey y Wolfe, 1975).

La proyección del margen decurrente por sobre el pecíolo, otorga mayor firmeza a un pecíolo relativamente corto. Esta característica se presenta en muchas hojas compuestas, como es el caso de las Cunoniaceas (*e.g.* *Weinmannia discolor*).

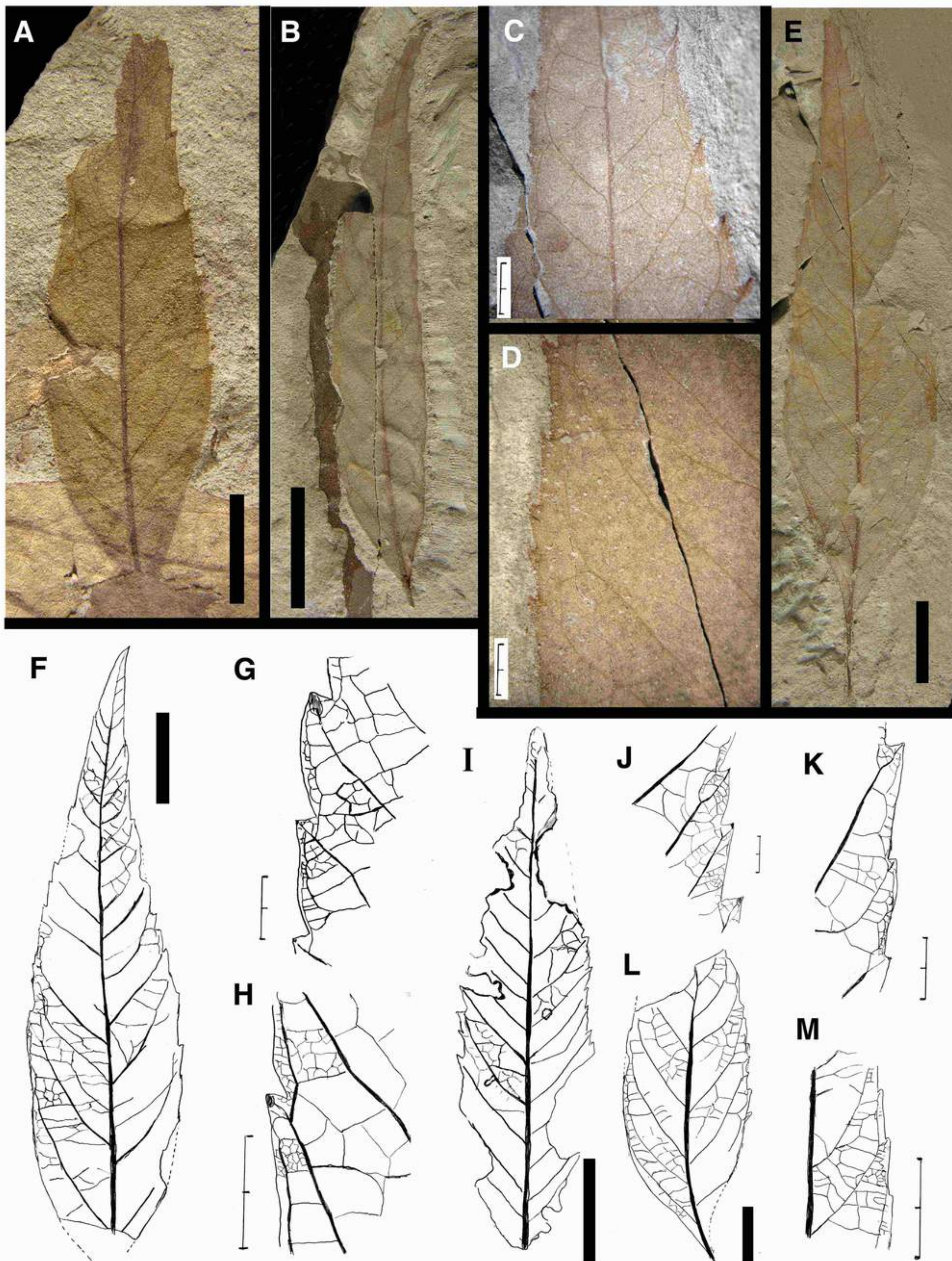


Lámina IX-4, Morfotipo SA005: A_ PL1-958; B_PL2-904; C_Foto bajo lupa de dientes del margen apical en E; D_Foto bajo lupa de dientes del margen medial en E; E_ MPEF-Pb-2023 (PL2-1063); F_ Dibujo bajo cámara clara (Dbcc) de OR1-34; G_Dbcc de dientes del margen apical de OR1-31; H_Dbcc de OR-29; I_ Dbcc de CS-02; J_Dbcc de CS-02; K_ Dbcc de dientes del margen medial en G; L_Dbcc de OR-38; M_Dbcc de dientes del margen medial en L. Escala entera=1 cm. Escala delgada en mm.

El conjunto de características de venación semicraspedódroma, secundarias con ángulos moderados, disminuyendo suavemente hacia la base, con un espaciamento incrementándose hacia la base, y la presencia de dientes cunonioides, no se reconocido en floras fósiles de Sudamérica.

El ejemplar PL2-1221 presenta *piercing and sucking* (daño foliar caracterizado por numerosos y pequeños círculos con depresiones, vinculados a las succión del mesófilo mediante una prosbósida), lo que podría estar indicando un cierto grado de succulencia en la hoja (C. Labandeira, comunicación epistolar).

5. Morfotipo SA008, “Dentada sp. 8”

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2024 (PL1-884)

Lámina IX_5: A_ PL1-884. B_ PL1-394; C_ PL1-138, D_ PL1-598; E_ PL1-693; F_ PL1-709; G_ PL2-1019; H_ Dibujo bajo cámara clara (Dbcc) de OR1-04; I_ ; J_ Dbcc de OR1-07; K_ Dbcc de OR1-02; L_ Detalle Dbcc de DR_21; M_ Dbcc PL-08; N_ Dibujo mano alzada de M6 UBA; O_ Dbcc OR1-46.

Descripción:

- **Hoja** simple simétrica, nanófila a mesófila, mayormente micrófila, llegando a 10 cm. de largo por 5,4 cm. de ancho. Relación largo/ancho = 1,8. De **forma** ovada. **Textura** cartácea. **Pecíolo** marginal normal, con ensanchamiento distal. Pecíolo fuerte y largo, de 1,2 cm. de largo (llega a ser la mitad del Largo de la lámina) por 1,5 mm. de ancho. **Base** de ángulo obtuso y forma decurrente o cuneada. **Ápice** de ángulo agudo de forma recta o convexa. **Margen** dentado con dientes compuestos. **Dientes** triangulares anchos de hasta tercer orden. Dientes de forma convexo/convexa o flexuoso/flexuosa, regularmente espaciados de ápice simple. Senos angulosos. Los dientes son inervados por una vena medial correspondiente a una secundaria o una ramificación de ésta. Una rama lateral inerva el seno suprayacente y continúa por el flanco inferior del diente superior. Venas escurrentes generan dos series de arcos broquidódromos en los flancos de los dientes. **Venación primaria** pinnada. Con una vena primaria de grosor moderado y curso recto, llegando al ápice con fuerza. **Venación secundaria** craspedódroma. Con 7 a 9 pares de venas secundarias de grosor moderado, de recorrido suavemente curvo, de disposición opuesta o subopuesta, salen con ángulos moderados sin variaciones a lo largo de la lámina, con espaciado incrementándose suavemente hacia la base, con base decurrente. Generan ramificaciones basípetas y acrópetas que inervan cúspides de menor orden y/o el seno suprayacente. Generalmente 5 venas basales, aunque pueden ocurrir 3. Venas agrópicas compuestas, acródromas, inervan dientes basales. **Venas intersecundarias** generalmente ausentes, pueden

ocurrir en forma débil. **Venas terciarias** de grosor normal y curso recto, con patrón percurrente alterno, perpendiculares a la primaria y con ángulos incrementándose exmedialmente. **Venas de cuarto orden** con patrón reticulado poligonal. **Venación última** marginal ojalada.

Materiales:

PL1-12, 46, 47, 54, 131, 138, 140, 168, 176, 198, 213, 233, 257, 297, 307, 337, 340, 377, 394, 443, 476, 514, 520, 552, 580, 587, 589, 598, 617, 628, 630, 655, 669, 693, 709, 719, 724, 737, 746, 774, 780, 815, 865, 884, 946, 963, 987, 1002, 1020, 1045, 1117, 1119, 1162, 1233. **PL-08**

PL2-95, 251, 448, 484, 640, 663, 777, 892, 1019, 1029, 1188, 1326.

OR1- 2, 4, 7, 46.

OR2- 124, 125, 127.

DR- 21.

Observaciones:

Una característica distintiva de este morfotipo, es el tipo terminación de las secundarias para innervar el diente medialmente y generar una ramificación acrópeta que innerva el seno o cúspides del diente superadyacente y otra ramificación basípeta para innervar otras cúspides menores; característica que las acerca a la Subclase Rosidae; como así también el poseer dientes triangulares anchos (Hickey y Wolfe, 1975). La venación broquidódroma festoneada de los flancos en el diente también se observa en las Rosidae. El hecho de presentar ápices no glandulares y el tipo de venación en los dientes, lo asigna como un diente de tipo cunonioide (Hickey y Wolfe, 1975), reconocido para las Rosidae. El género *Davidsonia* (género actualmente restringido al este de Australia) es una excepción con dientes de tipo espinoso y venación secundaria puramente craspedódroma.

La expansión distal en el pecíolo indicaría un carácter decíduo para estas formas foliares. Las formas foliares halladas en el yacimiento OR1, son formas de mayor tamaño, fuertemente ovadas, con dientes serrados que podrían corresponder a una especie diferente que las formas de la localidad de Palacio de los Loros. Formas similares se han descripto para Cerro Guido (Formación Cerro Cazador-Maastrichtiano inferior) como *Cissus guidoensis* Hunicken (Hunicken, 1995). En las floras terciarias del Hemisferio Norte, formas similares se han asociado al género *Crataegus*.

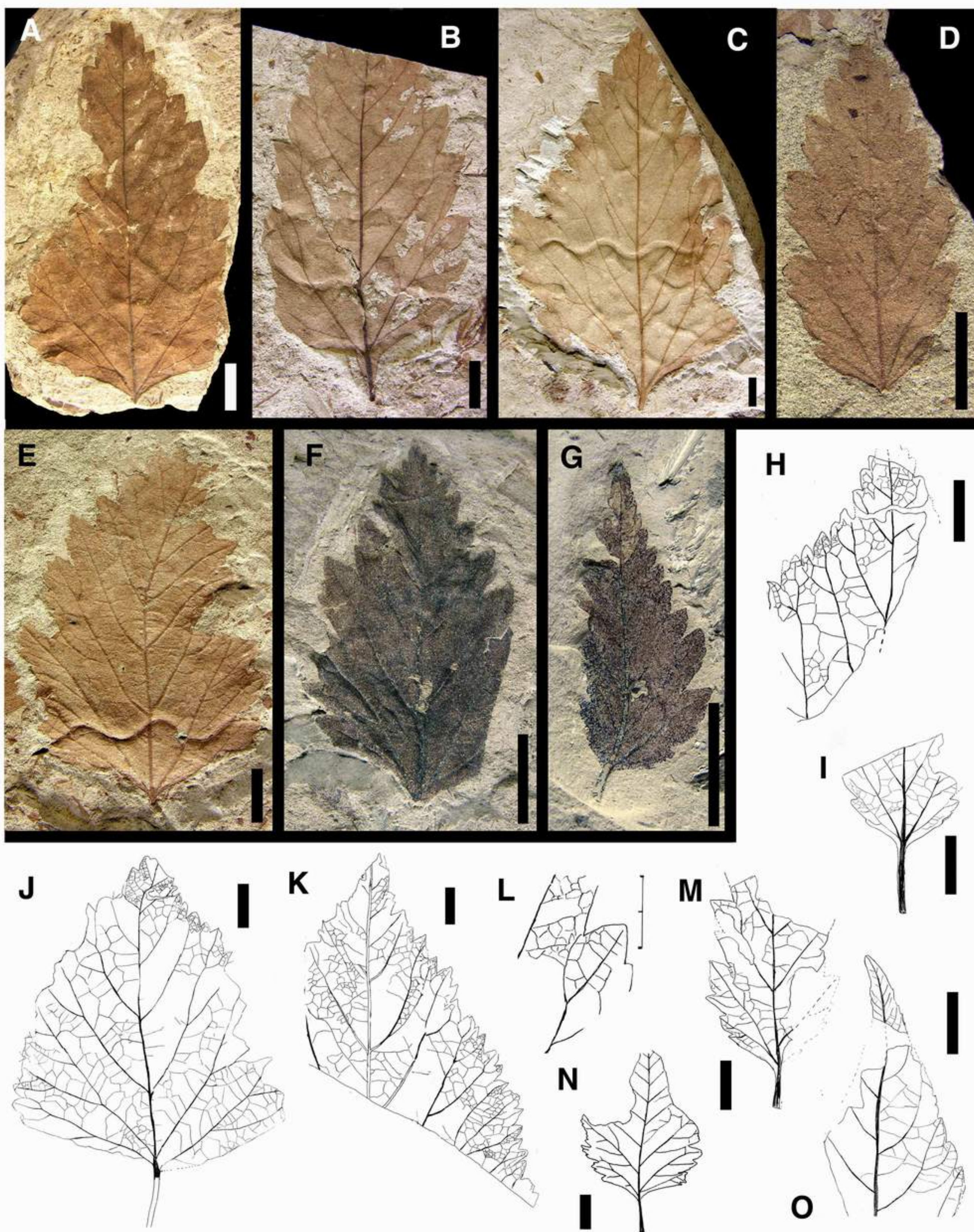


Lámina IX-5, Morfotipo SA008: A_ PL1-884. B_ PL1-394; C_ PL1-138, D_ PL1-589; E_ PL1-693; F_ PL1-709; G_ PL2-1019; H_ Dibujo bajo cámara clara (Dbcc) de OR1-04; I_ Dibujo manoalzada PL-02 ; J_ Dbcc de OR1-07; K_ Dbcc de OR1-02; L_ detalle Dbcc de DR-21; M_ Dbcc PL-08; N_ dibujo manoalzada de M6 UBA; O_ Dbcc OR1-46. Escala entera= 1 cm. Escala delgada en mm.

6. Morfotipo SA009, “Cissites” patagonica Berry, 1937a

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2025 (PL2-1174)

Accesorio: PL2-1049

Lámina IX_6: Morfotipo SA009, “Cissites” patagonica Berry, 1937a: A_ PL2-1174; B_ PL2-1276; C_ PL1-679, D_ PL2-1060; E_ PL2-1241; F_ Detalle de dientes glandulares en el ápice de PL2-856; G_ PL2-498; H_ PL1-313; I_ PL1-248; J_ PL1-1061; K_ PL1-209; L_ PL2-512; M_ detalle de la venación de menor orden en PL2-702.

Lámina IX_7: Morfotipo SA009, “Cissites” patagonica Berry, 1937a, Dibujos bajo cámara clara: A_ PL-02a. B_ PL-33; C_ CS-05, D_ detalle de C; E_ CS-02; F_ detalle de E; G_ detalle de dientes del margen superior de A; H_ detalle de dientes del margen medial de A; I_ CS-06; J_ PL-02b; K_ PL15; L_ detalle de K; M_ detalle de venación en diente de OR1-17; N_ detalle de O; O_ CS-03.

Descripción:

- **Hojas** simétricas o asimétricas, muy variables en forma y tamaño, desde nanófilas a macrófilas, mayormente mesófilas, llegando a 5 (7) 16 cm. de largo por 3 (6) 18 cm. de ancho. Relación largo/ancho = 1-1,5. Presentan variación en su **forma** desde palmatilobadas, con tres lóbulos a ovadas, no-lobadas. **Textura** cartácea. **Pecíolo** marginal, normal, de hasta 5 cm. de largo y 2 mm. de ancho, con base peciolar ensanchada. **Base** de ángulo obtuso y forma convexa en las hojas angostas, redondeada en las anchas. **Ápice** de ángulo agudo y forma convexa, puede presentar laterales cóncavos, pero sin generar una gran prolongación. **Margen** serrado, con **dientes** compuestos pequeños, 6 dientes por cm., de forma convexo-convexa, siendo el flanco acrópeto mucho más corto; a veces acuminado-acuminado o convexo-acuminado. Dientes mayores en relación con las venas secundarias; y 1 o 2 dientes menores alternos entre secundarias. Dientes glandulares o con ápice esferulado, con una pequeña capa opaca en el ápice. Venación del diente suplida por una vena media fuerte recta o zigzagueante, sin venación accesoria, las venas de menor orden se disponen en forma broquidódroma. **Venación primaria** acródroma o pinnada con dos secundarias apenas más fuertes que las restantes. Vena media moderada en grosor, de recorrido recto. **Venación secundaria** craspedódroma. 5-9 pares de secundarias divergiendo con ángulo moderado (45°), de grosor moderado y de recorrido recto a suavemente curvado, sin ramificarse, con espaciamiento regular, variación en el ángulo de salida decreciendo levemente hacia la base en las formas ovadas y de modo uniforme en las lobadas, decurrentes en la base. Venas agrópicas simples o compuestas, saliendo con menor ángulo y con ramificaciones basípetas semicraspedódromas, a veces compuestas. **Venas intersecundarias** muy débiles, compuestas, generalmente muy débiles o ausentes. Presentan 5 venas basales, que en escasas ocasiones

generan venas fuertes formando una venación actinódroma basal. **Venas de tercer orden**, con patrón percurrente alterno, que deviene en reticulado al azar hacia el margen. Terciarias de curso recto, salen perpendiculares a las secundarias, se disponen en forma obtusa a la primaria y poseen un patrón uniforme en la lámina. **Venas de cuarto orden** con patrón reticulado poligonal regular, formando **areolas** pentagonales y rectangulares de 0,9 mm. de largo. **Venación última** marginal ojalada.

Materiales:

PL1- 4, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 20, 28, 29, 30, 31, 48, 55, 62, 71, 72, 80, 82, 84, 106, 107, 107, 108, 117, 119, 129, 132, 143, 159, 170, 171, 180, 199, 203, 205, 214, 217, 222, 238, 244, 248, 251, 256, 259, 261, 265, 267, 273, 274, 288, 290, 294, 298, 302, 305, 313, 319, 321, 322, 326, 331, 332, 335, 342, 345, 351, 368, 373, 395, 399, 407, 408, 415, 416, 417, 423, 428, 429, 431, 445, 454, 455, 457, 458, 464, 468, 481, 482, 494, 496, 509, 518, 522, 523, 525, 532, 533, 534, 539, 541, 544, 554, 559, 562, 568, 583, 588, 592, 593, 597, 599, 600, 604, 605, 614, 619, 620, 642, 654, 677, 678, 679, 685, 695, 702, 705, 713, 717, 718, 726, 727, 734, 739, 749, 750, 756, 769, 787, 789, 794, 810, 819, 820, 826, 829, 831, 834, 835, 839, 842, 853, 866, 878, 899, 902, 905, 906, 909, 918, 931, 935, 937, 942, 943, 948, 957, 964, 966, 971, 972, 981, 982, 986, 1005, 1006, 1007, 1009, 1015, 1024, 1025, 1034, 1039, 1043, 1049, 1052, 1055, 1061, 1072, 1086, 1087, 1091, 1093, 1094, 1101, 1107, 1109, 1118, 1123, 1125, 1127, 1130, 1130, 1147, 1150, 1179, 1183, 1280. PL-02a, PL-02b, PL-15, PL-33.

PL2- 53, 114, 312, 384, 401, 411, 416, 441, 478, 485, 487, 492, 495, 498, 500, 503, 506, 511, 512, 526, 528, 534, 538, 545, 563, 564, 574, 575, 587, 608, 644, 685, 686, 713, 735, 768, 799, 800, 801, 811, 820, 850, 851, 856, 873, 877, 878, 884, 903, 905, 916, 952, 957, 958, 960, 961, 962, 971, 982, 1021, 1031, 1037, 1040, 1046, 1048, 1049, 1060, 1065, 1066, 1088, 1090, 1101, 1110, 1115, 1119, 1120, 1122, 1129, 1132, 1134, 1135, 1136, 1137, 1139, 1141, 1148, 1149, 1152, 1153, 1155, 1156, 1156, 1159, 1160, 1166, 1174, 1175, 1180, 1181, 1189, 1192, 1193, 1198, 1203, 1205, 1210, 1213, 1216, 1217, 1218, 1230, 1231, 1236, 1240, 1241, 1242, 1246, 1247, 1251, 1252, 1257, 1257, 1264, 1266, 1268, 1269, 1272, 1276, 1288, 1289, 1297, 1299, 1303, 1307, 1310, 1311, 1327, 1333, 1345, 1362, 1366, 1376, 1378, 1387, 1390, 1395, 1401, 1402, 1406, 1416, 1433, 1434, 1435, 1436, 1437, 1439, 1447, 1457, 1462, 1470, 1476, 1477, 1487, 1488, 1491, 1493, 1494, 1495, 1496, 1497, 1499, 1505, 1509, 1550, 1884, 1981.

CS- 2, 3, 5, 6; **OR1-** 17; **LF-** 77, 91.

Observaciones:

Basado en el numeroso material recolectado y de la revisión del material tipo de las especies descritas por Berry (1937a), el morfotipo SA009 concuerda con los caracteres de los ejemplares tipo de la especie *Cissites patagonica* (ejemplares: USNM-201955, 201956 a y b, 201957). De esta

revisión, ha de hacerse notar que el ejemplar tipo USNM-201959 estudiado por Berry (1937a, Lámina IX, Fig.5) no presenta las características de la especie fósil a la que pertenece y es comparable a la descrita en el morfotipo SA010, en esta tesis.

Cissites, es un género extinto, erigido por Debey (1880) pero sin una descripción formal. Capellini y Herr (1866) publicaron el dibujo pero no la descripción, de manera que la especie tipo es *nomina nuda* y no es válida. En el mismo trabajo estos autores describen e ilustran la nueva especie *C. insignis*, que debe considerarse tipo, y que es muy diferente del material aquí descrito. Capellini y Herr (1866) propusieron dicho género para improntas indeterminables dentro de la Familia Vitaceae. Muchas especies asignadas a este género, han sido descritas en el Hemisferio Norte con registros que comienzan desde el Cretácico medio.

La gran variación en el carácter de forma y la asimetría de la lámina, indicaría que se trata de una hoja de tipo compuesta; no obstante, no se ha registrado una conexión orgánica que lo certifique. Por otro lado, los pecíolos son muy largos y muchas veces presentan ensanchamientos proximales.

Los dientes del morfotipo SA009 corresponden al tipo salicoideo *sensu* Hickey y Wolf (1975), es inferido como una modificación del diente violoideo, donde ocurre una glándula opaca extendida. Los dientes de tipo salicoideos ocurren en formas foliares del Orden Salicales, los violoideos ocurren en varios ordenes, entre ellos al Orden Euphorbiales.

El tipo de diente, características de venación, forma de la base y la presencia de venas agrópicas, acerca las características de este fósil a las Dilleniidae palmadas de Hickey y Wolf (1975), por lo que se realizó una revisión de ejemplares actuales de los órdenes Violales (Flacourtiaceae, Bixaceae, Cochlospermaceae), Malvales (Tiliaceae, Bombacaceae), Euphorbiales (Euphorbiaceae, Buxaceae, Simmondsiaceae), Salicales, Passiflorales, Cucurbitales, Begoniales y Malvales.

Los tres últimos ordenes, pueden ser descartados por poseer tipos de dientes muy distintos a los aquí descritos. Entre las Malvales, las Tiliaceae tienen hojas trilobadas pero con diente malvoideo y, generalmente, lóbulos obovados con senos redondeados. Las Bombacaceae son comúnmente palmaticompuestas, y los folíolos son lobados u ovados, con numerosas series dentarias, con dientes heterogéneos o ausentes.

Es importante remarcar el hecho que, estos tres ordenes sean fácilmente diferenciables de las posibles relaciones filogenéticas de la especie fósil de la Formación Salamanca, dejando la única posibilidad de relaciones filogenéticas dentro de lo que en el esquema de Judd, *et al.*, (1999) dieron en llamar Malpighiales, dentro del Clado de las Eurosids I. Las Malpighiales han sido reconocidas en base a datos moleculares; las características morfológicas permanecen heterogéneas. Se revisaron fotografías de los materiales de herbarios del neotrópico, sin encontrar semejanzas en los patrones de venación principales.

Las Flacourtiaceae y Bixaceae, nunca son trilobadas y cuando llegan a tener forma cordada, entonces poseen margen entero y venación de cuarto orden al azar. Las Cochlospermaceae tienen hojas palmatilobadas con senos profundos y redondeados, un mayor número de secundarias y terciarias reticuladas o percurrentes muy divididas.

Entre las Euphorbiales, las Buxaceae tienen usualmente hojas pinnadas, y *Pachisandra*, actinódroma, es flabelada. Lo mismo se aplica a las Simmondsiaceae. Finalmente, en las Euphorbiaceae la mayor parte de los géneros poseen venación pinnada, pero un gran número posee hojas palmatilobadas hasta peltadas. En las formas trilobadas los dientes son de tipo violoideo (Hickey y Wolfe, 1975) y, generalmente, se caracterizan por presentar nectarios y una venación actinódroma con venas terciarias dispuestas con un patrón percurrente, opuesto, muy regular, como en el caso de los géneros *Mallotus* y *Melanolepis*.

Las Salicales, poseen hojas deciduas que dejan una marca de abscisión en el tallo (los ejemplares de la Formación Salamanca también poseen un pecíolo ensanchado, que confirmaría el mismo patrón). Actualmente sólo ocurren dos géneros en este orden: *Salix* con 300 especies y *Populus* con 40 especies, ambos ampliamente distribuidos en el mundo. Se caracterizan por presentar tipos de diente salicoideo, como en SA009. Pero *Salix* no presenta formas trilobadas o con venación acródroma y *Populus* generalmente presenta secundarias y terciarias broquidódromas en el margen foliar.

El género *Cissites* fue asociado a la Familia Vitaceae (Orden Rhamnales, en la clasificación de Cronquist, 1980). Las Rhamnales se caracterizan por poseer dientes de tipo cunoniodideo, aunque las Vitaceae se caracterizan por poseer del tipo rosoideo, considerados derivados del cunonioideo (Hickey y Wolfe, 1975). Los dientes de tipo rosoideo y salicoideo pueden confundirse por su similitud, Hickey y Wolfe proponen su distinción basándose en que el rosoideo posee dos venas accesorias conniventes a la medial y el ápice presenta una glándula grande, y no sólo una seta opaca como en el salicoideo. Aún así comparando ejemplares actuales del género pantropical *Cissus*, se observan notables similitudes en los dientes y patrón de venación primario, secundario y hasta de menor orden con SA009. Las especies sudamericanas de *Cissus*, son todas compuestas, trifolioladas, y aunque acródromas, generalmente son enteras no lobadas. *Cissus gongyloides* de Perú, es una excepción, con hojas trifolioladas y folíolos trilobados de forma variada, con asimetría en la lámina por la disposición de los folíolos, venación acródroma, con ramificaciones que inervan dientes de menor orden y posee también distinto orden de dientes glandulares, con dos o tres dientes menores entre secundarias.

Por las comparaciones realizadas, el morfotipo SA009 podría corresponder a una hoja de tipo compuesta, con folíolos trilobados a enteros, con asimetría en su lámina debido a la disposición

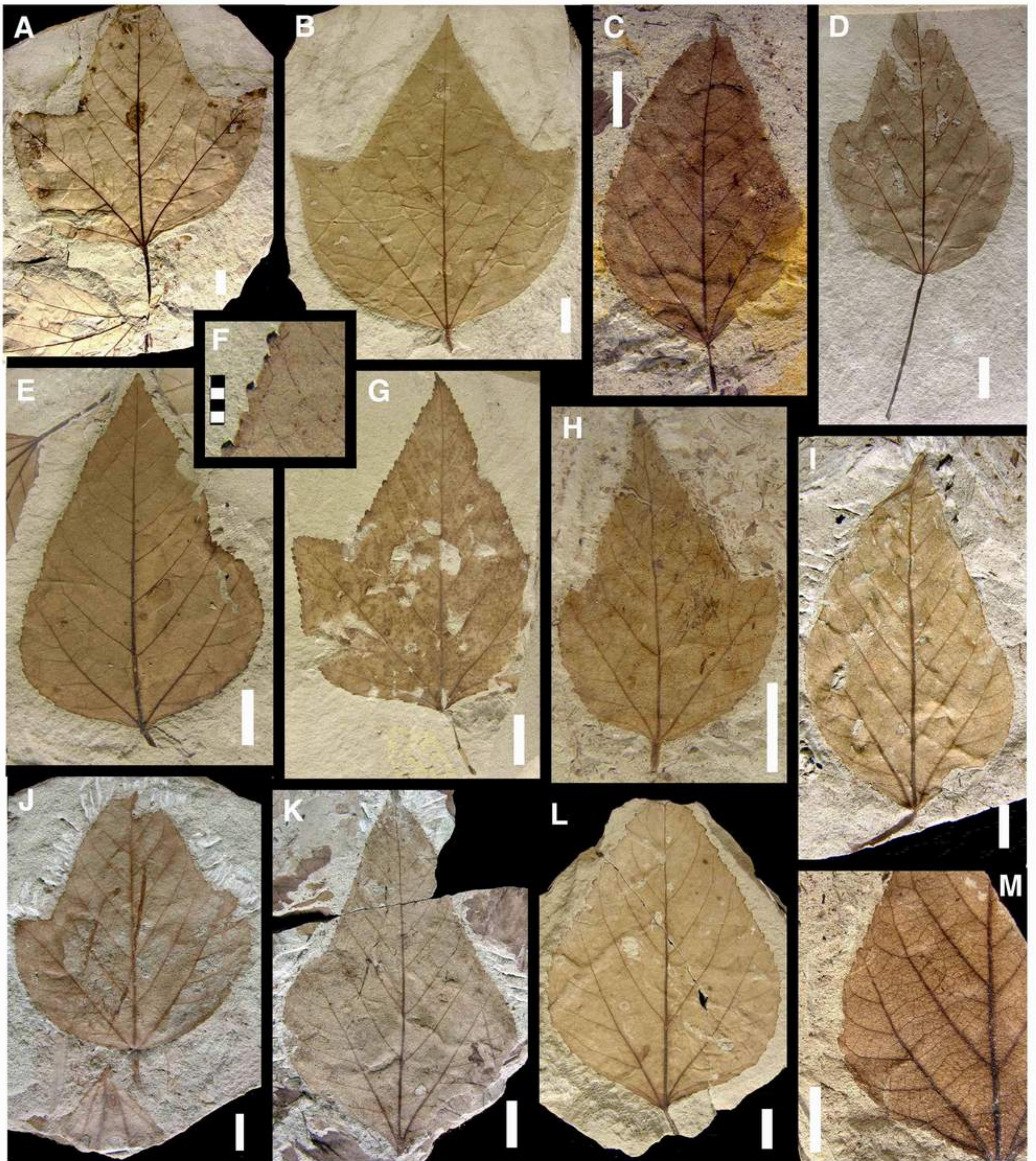


Lámina IX-6, Morfotipo SA009 "*Cissites*" *patagonica* Berry, 1937a. A_ PL2-1174; B_ PL2-1276; C_ PL1-679, D_ PL2-1060; E_ PL2-1241; F_ Detalle de dientes glandulares en el ápice de PL2-856; G_ PL2-498 ;H_ PL1-313; I_ PL1-248; J_ PL1-1061; K_ PL1-209; L_ PL2-512; M_ Detalle de la venación de menor orden en PL2-702. Escala entera= 1 cm. Escala rayada en milímetros.

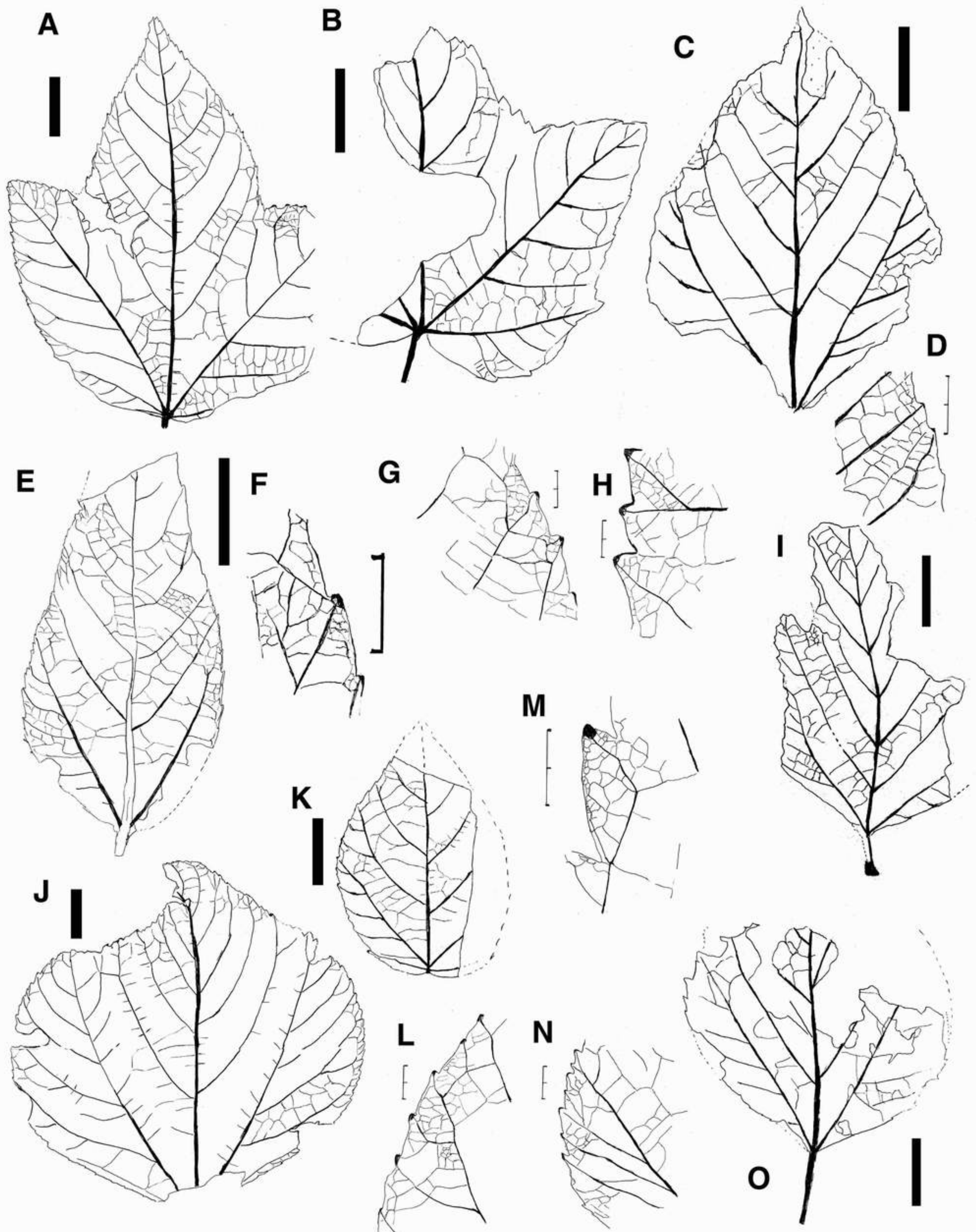


Lámina IX-7, Morfotipo SA009, "*Cissites*" *patagonica* Berry, 1937. Dibujos bajo cámara clara: A_ PL-02a; B_PL-33; C_ CS-05; D_ Detalle de C; E_ CS-02; F_ Detalle de E; G_ Detalle de dientes del margen superior de A; H_ Detalle de dientes del margen medial de A; I_ CS-06; J_ PL-02b; K_ PL15; L_ Detalle de K; M_ Detalle de venación en diente de OR1-17; N_ detalle de O; O_ CS-03. Escala entera= 1 cm. Escala delgada en milímetros.

cercana de los folíolos, con peciólulos relativamente largos, que bien podrían estar relacionadas con las Vitaceae; aunque las características de los dientes las vincularía en mejor forma con las Euphorbiaceae.

7. Morfotipo SA 010, *Laurophyllum (Oreodaphne) piatnitzkyi* Berry, 1937a

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2026 (PL2-1265)

Accesorio: PL2-1120

Lámina IX_8, Morfotipo SA010: A_ USNM 201966, *Laurophyllum (Oreodaphne) piatnitzkyi* Berry, 1937a (Plate VI, Fig. 2); B_ USNM 208521, “*Cryptocaryoides maria-santisimensis*” Berry, 1937a (Plate VI, Fig. 3); C_ PL2-1062, D_ PL1-1133; E_ PL1-475; F_ PL2-883; G_ USNM 201959, “*Cissites patagonica*” Berry, 1937a (Plate IX, Fig. 5); H_ PL2-476; I_ PL1-146; J_ detalle de areolas y FEVS en PL2-1120; K_ detalle de areolas y FEVS en PL2-883; L_ PL2-1107; M_ PL1-490; N_ MEF-PB-2026 (PL2-1265); O_ PL1-809.

Lámina IX_9, Morfotipo SA010, *Laurophyllum (Oreodaphne) piatnitzkyi* Berry, 1937a. Dibujos bajo cámara clara: A_ LF-01. B_ PL-11; C_ LF-10, D_ PL-12; E_ LF04-; F_ LF-06; G_ PL-01; H_ OR1-42; I_ PL-02; J_ DR-11; K_ PL-09b; L_ PL-09a.

Descripción:

- **Hojas** simples, simétricas, nanófilas a macrófilas, mayormente notófilas, llegando a 14 cm. de largo y 8 cm. de ancho; ovadas o elípticas. **Textura** cartácea, en ocasiones coriácea. **Peciolo** robusto de hasta 1 cm. de largo por 3 mm. de ancho, puede disponerse a cierto ángulo con respecto a la vena media de la lámina. **Base** de ángulo generalmente agudo u obtuso, de forma decurrente, cóncavo o cóncavo-convexo. **Ápice** de ángulo agudo, de forma acuminada extendida en mayor o menor grado, generando un *drip tip* (ápice extendido). Margen entero, en ocasiones levemente ondulado. **Venación primaria** acródroma, con una vena media fuerte y dos venas secundarias. En varios ejemplares se observa un decrecimiento en la importancia y grosor de las venas acródromas, caracterizando una venación primaria pinnada. Las venas acródromas pueden tener una disposición basal o suprabasal, opuesta o subopuestas, son agrópicas y pueden recorrer más de la mitad del largo de la lámina, variando su distancia con respecto al margen. Vena media de grosor moderado, recorrido curvo uniforme y zigzagueante al emitirse las secundarias. **Venación secundaria** broquidódroma o broquidódroma-leve, con secundarias uniéndose por series de arcos. Tienen un grosor moderado y marcadamente menor hacia el ápice. Poseen curso mayormente recto o levemente curvo, presentando una fuerte curvatura cerca del margen, a veces de recorrido curvo en la base y recto en el ápice. Se disponen en número de 4 a 7 pares, con

espaciamiento incrementándose hacia la base y ángulos decreciendo o incrementando suavemente hacia la base. Poseen ángulos de salida variables, con base decurrente y disposición subopuesta. Venas agrópicas simples, en ocasiones compuestas, con ramificaciones basípetas formando *loops* (arcos). Son decurrentes con respecto a la vena primaria y pueden salir con ángulos más agudos que las secundarias. Poseen un recorrido curvo homogéneo, recorriendo en ocasiones más de la mitad de la lámina y uniéndose a la secundaria supradacente por sucesivos arcos. Pueden ocurrir **venas intersecundarias** simples o compuestas, que salen con ángulos anchos de la vena primaria y se desdibujan en la mitad de la hemilámina. Tres venas basales, producto de dos venas menores, que salen directamente de la unión con el pecíolo, o que pueden corresponder a las venas agrópicas o a las acródromas basales. **Venas de tercer orden** con patrón percurrente o reticulado poligonal, salen de las secundarias y de la primaria con ángulos rectos, de grosor moderado conectan arcos de secundarias adyacentes con curso mayormente recto sin ramificar. Ángulos con disposición generalmente uniforme. **Venas de cuarto orden** de grosor moderado a grueso, con patrón reticulado poligonal regular, formando areolas de 0,6 mm. de largo, orientadas al azar en la porción basal de la lámina. **Venas de quinto orden** de grosor moderado, con patrón reticulado poligonal regular. **Areolación** bien desarrollada, con aréolas de forma cuadrangular y pentagonal, de tamaño grande. **Venación libre** (FEVs) saliendo perpendicularmente; se ramifican dos o más veces, terminando en pequeñas glándulas de resina, en forma de puntos o pequeños discos sobre la hoja fósil (*resin dots*). **Venación última** marginal, ojalada.

Materiales:

PL1- 17, 19, 23, 36, 40, 45, 58, 63, 64, 69, 77, 93, 95, 97, 103, 104, 111, 124, 125, 126, 127, 130, 145, 146, 147, 151, 166, 167, 173, 174, 179, 181, 183, 193, 196, 202, 206, 207, 208, 212, 221, 223, 232, 246, 249, 250, 254, 263, 272, 276, 278, 278, 279, 280, 283, 285, 286, 292, 295, 296, 299, 303, 307a, 309, 315, 316, 324, 328, 333, 334, 341, 347, 357, 363, 366, 367, 369, 376, 382, 384, 385, 389, 390, 397, 402, 403, 419, 421, 424, 426, 435, 440, 448, 456, 462, 463, 466, 472, 477, 488, 490, 493, 497, 504, 536, 553, 561, 566, 569, 571, 573, 578, 581, 586, 590, 594, 607, 613, 618, 623, 627, 629, 638, 639, 640, 641, 645, 649, 656, 661, 664, 670, 673, 676, 683, 683, 689, 698, 707, 714, 716, 720, 730, 732, 760, 771, 773, 778, 788, 791, 795, 797, 799, 800, 805, 806, 807, 809, 813, 825, 827, 830, 841, 843, 863, 874, 876, 888, 898, 903, 914, 922, 923, 926, 930, 939, 947, 953, 955, 965, 974, 977, 978, 985, 1003, 1017, 1030, 1035, 1036, 1057, 1062, 1064, 1074, 1077, 1080, 1084, 1096, 1097, 1103, 1104, 1108, 1110, 1111, 1133, 1134, 1138, 1148, 1149, 1151, 1158, 1175, 1192. (PL1 no censo: PL-01, PL-02, PL-09a, PL-9b, PL-11, PL-12)

PL2- 2, 7, 10, 22, 64, 70, 72, 78, 78, 82, 99, 111, 122, 143, 176, 181, 245, 287, 300, 305, 325, 327, 375, 379, 400, 404, 455, 474, 475, 476, 491, 501, 502, 529, 535, 536, 541, 546, 548, 561, 566, 567,

579, 586, 594, 605, 611, 651, 654, 666, 672, 691, 693, 695, 699, 754, 765, 773, 777, 806, 819, 821, 824, 830, 833, 834, 840, 841, 842, 847, 860, 862, 865, 868, 869, 883, 888, 890, 891, 912, 914, 917, 925, 935, 942, 945, 951, 954, 956, 967, 969, 977, 984, 998, 1016, 1025, 1026, 1028, 1029, 1030, 1032, 1033, 1035, 1039, 1043, 1057, 1059, 1061, 1075, 1076, 1089, 1096, 1100, 1104, 1107, 1112, 1114, 1120, 1125, 1138, 1140, 1142, 1143, 1145, 1150, 1151, 1163, 1164, 1171, 1183, 1184, 1187, 1195, 1199, 1200, 1212, 1220, 1226, 1232, 1243, 1244, 1248, 1265, 1270, 1275, 1277, 1292, 1294, 1300, 1301, 1308, 1309, 1313, 1315, 1317, 1320, 1330, 1334, 1339, 1342, 1349, 1349, 1379, 1383, 1388, 1389, 1396, 1440, 1441, 1442, 1455, 1465, 1471, 1475, 1475, 1523.

OR1- 42.

OR2- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 110, 111, 112, 119, 120, 138, 143, 147, 148, 157, 162, 165, 174, 176, 202.

DR2- 11.

LF- 8, 14, 15, 20, 21, 25, 26, 39, 41, 42, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 78, 80, 81, 82, 89, 92, 95, 97, 98, 99, 101, 148, 149, 150, 154, 155, 156, 157, 162. (LF no censo: LF-01, LF-04, LF-06, LF-10).

Asignación y Comparaciones:

Los caracteres arquitecturales de venación primaria acródroma o pinnada, venación secundaria broquidódroma, venación terciaria y hasta de quinto orden bien desarrollada, textura cartácea o coriácea, presencia de un ápice extendido en forma de *drip tip*, cutículas gruesas y la presencia de abundantes glándulas resinosas asociadas a las terminaciones de las vénulas, en las aréolas (*resin dots*), asigna al morfotipo SA010, con bastante certeza, a hojas del Orden Laurales.

Berry (1937a), para la flora de la Formación Salamanca crea las especies: *Laurophyllum* (*Oreodaphne*) *piatnitzkyi*, y *Cryptocayioides maria-santisimensis*. Según la descripción original de estas dos especies y la revisión de los ejemplares tipos, el morfotipo SA010 encuentra todas las características foliares que las asignan. El material tipo utilizado para la creación de las dos especies de Berry fue analizado y fotografiado en el Smithsonian National Museum of Natural History. Los materiales corresponden a fragmentos que resultan insuficientes como para la proposición de nuevas especies o una correcta descripción de las mismas y/o enmienda de las especies creadas.

El ejemplar tipo USNM-201965 de la especie *Laurophyllum piatnitzkyi*, corresponde a la mitad basal de una lámina foliar de margen entero, con un pecíolo marginal fuerte de 1,5 cm. de largo, con venación primaria pinnada y secundaria broquidódroma, con las dos secundarias basales de

forma agrópica muy débil, al igual que el ejemplar tipo USNM-201966, algo más completo, aunque sin ápice ni base. Estos ejemplares comparten todos los caracteres arquitecturales de las formas de SA010 algo más elípticas, de venación secundaria pinnada, con venas agrópicas débiles.

Los dos ejemplares tipo de la especie *Cryptocayoides maria-santisimensis* (USNM-208520 y USNM-208521) comparten todos los caracteres arquitecturales con las formas ovadas del morfotipo SA010, con venas agrópicas fuertes y ápice extendido.

Berry (1937a) utiliza el ejemplar USNM-201959, proveniente de la Formación Salamanca como ejemplar tipo de la especie *Cissites patagonica*. La revisión del material tipo permitió reconocer que este ejemplar resulta muy diferente de la descripción original propuesta por Berry para su nueva especie (que en esta tesis se encuentra asociado al morfotipo SA009), y sí corresponde con las características que definen al morfotipo SA010. Berry describió la especie *Cissites patagonica* con una amplia variabilidad de formas, desde láminas simples a lobadas, con secundarias basales camptódromas o acródromas. Su descripción incluía formas dentadas, salvo en la base. Del mismo modo que acordara Berry (1937a), las formas enteras son un taxón diferente y deben ser descriptas y definidas nuevamente.

Se diferencian de las otras formas “lauroideas” de margen entero (SA046, SA056 y SA063) por su forma ovada, con un ápice extendido, poseer sólo 4 a 7 pares de secundarias, variación en el ángulo de salida de las secundarias, venación secundaria de tipo broquidódromo o broquidódromo débil, poseer venas agrópicas de tipo simples, no muy fuertes, base con ángulo basal obtuso y de forma decurrente, cóncavo o cóncavo-convexo, venación de alto orden bien desarrollada y con FEVs ramificadas dos veces terminando en *resin-dots*.

Aunque este morfotipo posee gran variación morfológica, las formas acródromas ovadas se asemejan en gran medida al ejemplar CP6 de la Formación Taratu (Campaniano-Maastrichtiano) en el SE de Nueva Zelanda ilustrado en Kennedy, (2003; p.302, Fig. D); y al ejemplar IT2 ilustrado en Kennedy, *et al.* (2002; p.335, Fig. j) de la Formación Farewell (Paleoceno) del norte de Nueva Zelanda. Las formas más elípticas con *drip tip* desarrollado se asemejan a la forma PB26 ilustrada y fotografiada por Kennedy, *et al.* (2002; p.327, Fig. a-c; y p.334, Fig. f) de la Formación Rakopi (Campaniano-Maastrichtiano) del Norte de Nueva Zelanda. Desafortunadamente la descripción de todos estos materiales no ha sido publicada para poder realizar una comparación más precisa.

La gradualidad en la variabilidad de los caracteres arquitecturales de las hojas correspondientes al morfotipo SA010, impide una diferenciación en distintas formas foliares. Los extremos morfológicos de éste morfotipo, corresponde a una variabilidad no conocida para las Lauráceas en la actualidad. Un estudio más intensivo sobre las cutículas presentes en muchos de los

ejemplares del morfotipo SA010, podría indicar mayores caracteres para su asignación y diferenciación en diferentes taxa.

Como resultado parcial de la descripción del morfotipo foliar SA010 y el re-estudio de los ejemplares tipo de las especies de Berry (1937a) se concluye que:

1. Las formas foliares correspondientes al morfotipo SA010, recolectadas y analizadas en las campañas realizadas para esta tesis, presentan caracteres arquitecturales muy variables, tales como forma de la lámina, desarrollo de venas secundarias basales, determinando una venación primaria pinnada o acródroma, curso de las venas secundarias, disposición en el patrón del ángulo de salida de las venas secundarias, etc., que evidencian una variabilidad que evidencia que no corresponde a una única especie de dicotiledónea.

2. A pesar de contar con 390 ejemplares en una misma localidad, y otros tantos de otras localidades de la Formación Salamanca, no es posible reconocer conjuntos de caracteres arquitecturales (no contando con los cuticulares) que permitan la definición de especies foliares diferentes dentro del morfotipo SA010.

3. Los ejemplares tipo de las especies *Laurophyllum (Oreodaphne) piatnitzkyi* y *Cryptocayioides maria-santisimensis* corresponden al morfotipo SA010.

4. Basándose en el intensivo muestreo de ejemplares recolectados en esta tesis, con una mas completa descripción y una mayor variación de los caracteres arquitecturales, se observa que las especies *Laurophyllum (Oreodaphne) piatnitzkyi* y *Cryptocayioides maria-santisimensis* descriptas para la Formación Salamanca no pueden ser emplazadas en diferentes taxa sobre la base de caracteres arquitecturales foliares (no contando con los cuticulares), y por ende, sus descripciones originales deben ser cuidadosamente utilizadas y/o enmendadas, hasta tanto no se cuente con otros caracteres.

5. El ejemplar tipo USNM-201959 descrito por Berry (1937a) se encuentra vinculada al morfotipo SA010 y no corresponde a las características que definen la especie *Cissites patagonica*, por lo que la nómina de ejemplares tipo debe ser enmendada.

6. Los registros de Lauráceas son escasos en el registro fósil del Cretácico y del Terciario inferior, hecho atribuido a la baja posibilidad de preservación que presentan tanto el registro polínico como sus leños (Cantrill y Nichols, 1996). El polen de Lauráceas no es fácil de diferenciar respecto del de muchas otras familias por poseer caracteres muy generalizados. Lo mismo ocurre con las compresiones foliares. Pero las características de venación secundaria broquidódroma, venación bien desarrollada hasta el último orden, textura cartácea o coriácea, drip-tip, gruesas cutículas y, por sobre todo la presencia de *resin dots*; vistas en SA010, relacionarían con mayor firmeza su asignación a esta familia. De esta forma, el registro de la Formación Salamanca correspondería a uno de los registros más confiables y más antiguos de megafiora de Lauráceas para el Sur de Sudamérica.

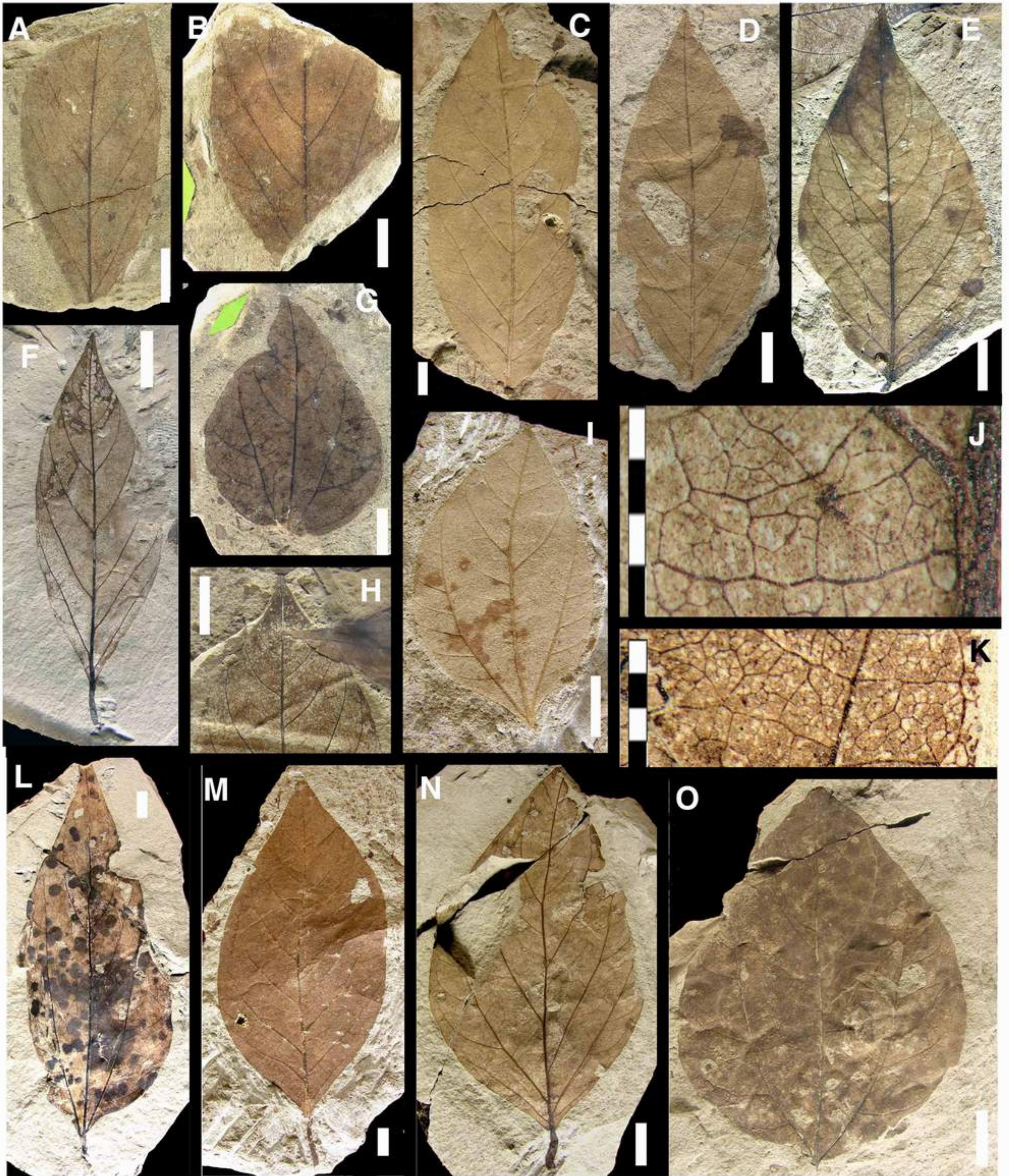


Lámina IX-8, Morfotipo SA010: A_ USNM 201966, *Laurophyllum (Oreodaphne) piatnitzkyi* Berry, 1937a; B_ USNM 208521, *Cryptocaryoides maria-santisimensis* Berry, 1937a; C_ PL1-1062, D_ PL1-1133; E_ PL1-475; F_ PL2-883; G_ USNM 201959, "*Cissites patagonica*" Berry, 1937a; H_ PL2-476; I_ PL1-146; J_ detalle de areolas y FEVs en PL2-1120; K_ detalle de areolas y FEVs en PL2-883; L_ PL2-1107; M_ PL1-490; N_ MEF-PB-2026 (PL2-1265); O_ PL1-809. Escala entera= 1 cm. Escala rayada en milímetros.

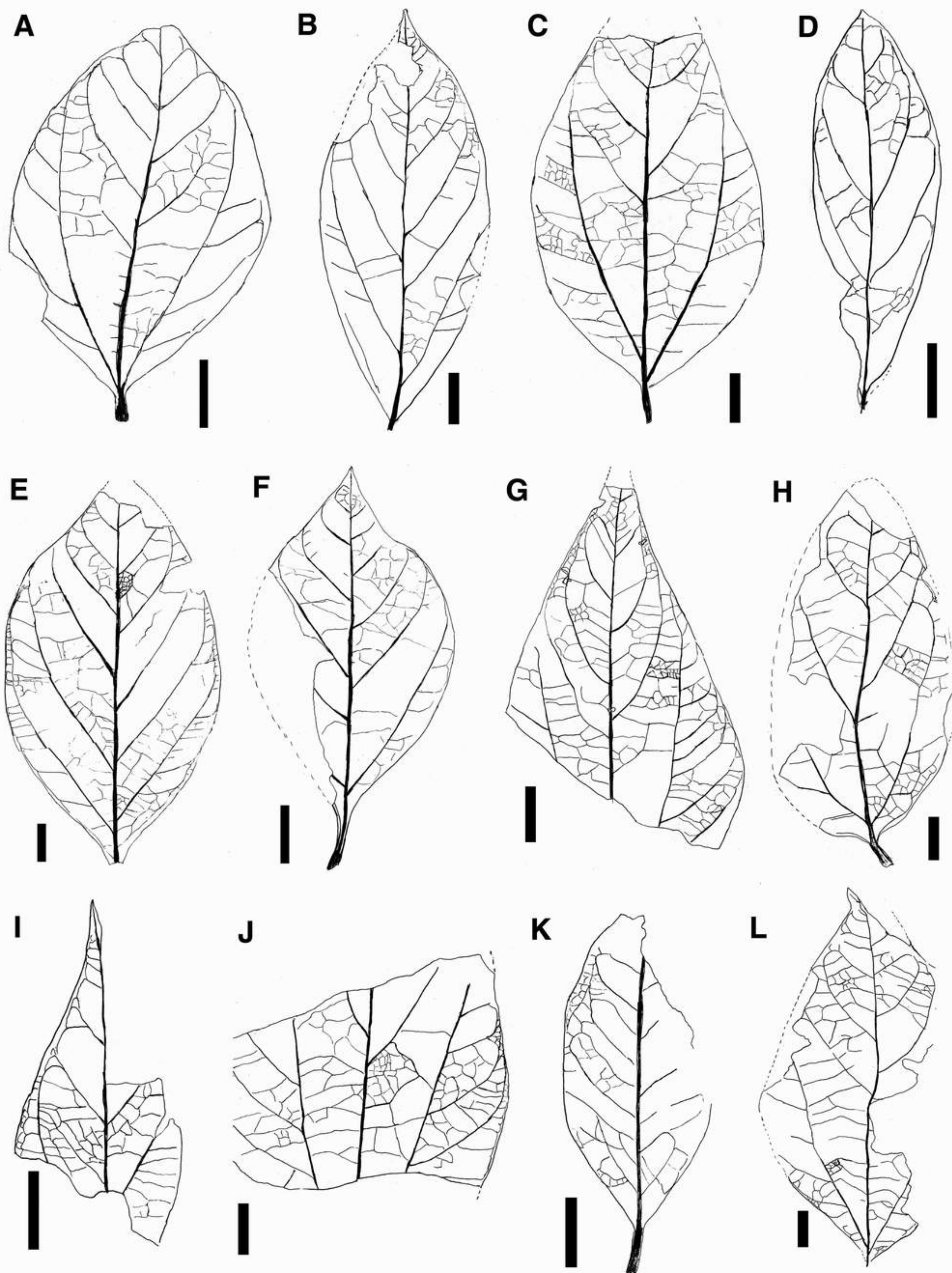


Lámina IX-9, Morfotipo SA010, *Laurophyllum (Oreodaphne) piatnitzkyi* Berry, 1937a, Dibujos bajo cámara clara: A_ LF-01. B_ PL-11; C_ LF-10, D_ PL-12; E_ LF-04; F_ LF-06; G_ PL-01; H_ OR1-42; I_ PL-02; J_ DR-11; K_ PL-09b; L_ PL-09a. Escala = 1 cm.

8. Morfotipo SA014, “*Sterculia*” *acuminataloba* Berry, 1937a

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2027 (PL1-696)

Lámina IX-10: Fotos digitales del morfotipo SA014, “*Sterculia*” *acuminataloba* Berry, 1937a: A_ USNM 208524; B_ USNM 208526; C_ MEF-PB-2027 (PL1-696), D_ PL2-403; E_ PL2-1086; F_ PL1-210; G_ PL1-872; H_ PL1-1144; I_ PL2-1098; J_ detalle de venación de PL2-18; K_ PL1-582; L_ PL1-818; M_ detalle de la venación en el seno en PL1-438; N_ PL2-1278.

Lámina IX-11: A-D: Dibujos bajo cámara clara de morfotipo SA014, “*Sterculia*” *acuminataloba* Berry, 1937a. A_ SA-106-3; B_ SA-106-2; C_ LF-01a; D_ LF-06a.

Descripción:

- **Hojas** simples, simétricas, nanófilas a micrófilas, generalmente micrófilas de hasta 10,5 cm. de largo por 9,8 cm. de ancho, las más chicas 2,2 cm. de largo por 0,7 cm. de ancho. Relación largo/ancho similar a uno. **Formas** 4 o 5 palmatilobadas, levemente ovadas en línea externa. Forma palmatilobada. Lóbulos muy desarrollados con márgenes enteros de hasta 6,5 cm. de longitud desde la altura de los senos, y una relación largo/ancho de 3,5. Los márgenes de los lóbulos son mayormente rectos. La forma externa de la lámina puede ser simétrica o asimétrica debido al ángulo que generan los lóbulos o al desarrollo de los lóbulos con respecto al eje medio de la lámina. **Pecíolo** de inserción marginal, normal, de ancho moderado, llegando a ser 1/3 del largo de la lámina. **Base** de ángulo obtuso, a veces de 180°, con forma decurrente. **Ápice** de ángulo-general obtuso. Lóbulo apical de ápice agudo y forma cuneada, raramente convexa. Margen entero. **Venación primaria** actinódroma, rara vez palinactinódroma, de inserción variable: basal o irregular, con cinco venas primarias partiendo desde la base de la lámina. Venas de primer orden con curvatura basípeta suave homogénea, sólo cerca de los ápices pueden invertirse. Venas primarias de grosor moderado-fuerte sin presentar ramificaciones. **Venación secundaria** broquidódroma o broquidódroma-leve, con venas secundarias de grosor débil a moderado, con un ángulo de salida y curso muy variable, inclusive dentro del mismo ejemplar, generalmente perpendiculares a las primarias, con ángulos decreciendo levemente hacia la base, de curso recto, pocas veces con recorrido curvo, con una inflexión abrupta cerca del margen uniéndose a la vena intramarginal. Se unen a la supradyacente por medio de arcos broquidódromos con ángulos rectos o graves, espaciado irregular, densas (1 o 2 por centímetro). **Venas intersecundarias** simples, débiles, 1 o 2 por interárea, muy semejantes a las secundarias en la terminación de los lóbulos. No presentan venas agrópicas. **Venas abrazadoras** parten tanto

de venas acrópetas como basípetas e inervan el seno entre dos lóbulos en forma perpendicular al margen, bifurcándose cerca del seno y emitiendo dos ramas que se unen a la vena intramarginal a cada lado del seno. La intramarginal es continua en el margen del seno. Venas de tercer orden débiles, con patrón percurrente alterno, perpendiculares respecto a la primaria, de curso convexo o sinuoso. **Venas de cuarto orden** con patrón reticulado poligonal regular, de grosor moderado a grueso. **Venas de quinto orden** con patrón reticulado poligonal regular. **Areolación** bien desarrollada, con areolas pequeñas de forma pentagonal. **Venación última** marginal suplida por la vena intramarginal. Vena intramarginal bien desarrollada, con mayor grosor en los senos, uniendo secundarias mediante ángulos rectos u obtusos.

Materiales:

PL1- 1, 2, 3, 33, 42, 43, 44, 49, 57, 81, 88, 90, 101, 118, 137, 142, 144, 148, 164, 172, 210, 215, 216, 220, 229, 230, 240, 242, 258, 317, 343, 346, 355, 358, 374, 380, 400, 433, 438, 473, 506, 511, 519, 535, 547, 558, 582, 606, 615, 616, 632, 634, 665, 692, 696, 708, 711, 736, 738, 745, 779, 783, 790, 796, 811, 817, 818, 821, 822, 833, 838, 856, 871, 872, 877, 895, 933, 954, 968, 1000, 1016, 1042, 1048, 1069, 1078, 1088, 1090, 1092, 1100, 1112, 1113, 1122, 1135, 1144, 1194. (PL1- no censo: SA-106-3, SA106-2)

PL2- 6, 18, 71, 86, 233, 246, 345, 389, 403, 410, 413, 430, 488, 497, 554, 602, 603, 613, 629, 631, 632, 645, 665, 688, 724, 774, 796, 802, 813, 827, 828, 836, 838, 839, 848, 849, 866, 944, 972, 973, 975, 986, 1005, 1006, 1041, 1064, 1086, 1092, 1098, 1152, 1155b, 1157, 1204, 1206, 1222, 1228, 1278, 1375, 1385, 1405, 1409, 1427, 1443, 1478, 1485, 1507.

OR2-1683.

LF- 3, 27, 30, 31, 32, 74, 151. (LF- no censo: LF-06a, LF-01a).

Observaciones:

En base al numeroso material recolectado y de la revisión del material tipo de las especies descritas por Berry (1937a), se determina que morfotipo SA014 corresponde a la especie "*Sterculia*" *acuminataloba* Berry (Ejemplares: USNM-208524, 208526). Debe hacerse notar que los ejemplares tipo USNM-208525 y USNM-208527 estudiados por Berry (1937a) no presentan las características de la especie fósil a la que pertenece SA014 (y en la presente tesis, son incluidas en los morfotipos SA019 y SA058, respectivamente). El nuevo material amplía la descripción para la especie y permite la segregación de las formas 3-lobadas en otra especie-forma, por lo que es evidente la necesidad de una re-descripción y enmienda formal de la especie y ejemplares tipo.

El morfotipo SA014 se diferencia del SA019 por poseer lóbulos de márgenes mayormente rectos y no conformando ápices de lóbulos acuminados, ausencia de ramificación en las venas primarias, venas secundarias débiles, rara vez curvas-pronunciadas; y se diferencia de SA058 por ser

generalmente 5-lobada o más que 3-lobada, poseer 5 venas basales, venación actinódroma generalmente basal o irregular, venas secundarias no tan densas de curso algo más curvo, vena intramarginal muy bien desarrollada y buen desarrollo de venas abrazadoras de los senos.

El género *Sterculia* posee 300 especies pantropicales, con centros de diversidad en bosques tropicales de Sudamérica y Asia. Se ha hecho una comparación con las especies actuales sudamericanas y éstas presentan en sus hojas, caracteres arquitecturales muy diferentes a SA014: las formas palmatilobadas generalmente presentan lóbulos muy anchos con relación 0,5 o mayor, senos angulosos, con bases cordadas o lobadas, con venación secundaria broquidódroma-leve, con secundarias muy curvadas tendientes a ser eucamptódromas y regulares en espaciamiento y ángulo de salida; secundarias a veces ramificadas, presencia de venas agrópicas simples y compuestas bien desarrolladas, venas terciarias y de cuarto orden percurrentes opuestas muy regulares, venas terciarias de curso recto disponiéndose con una variación del ángulo incrementando exmedialmente. Estas diferencias sustanciales con el género actual *Sterculia*, permiten indicar que SA014 y los materiales tipos de *S. acuminataloba* Berry de la Formación Salamanca no corresponden a este género, y deben ser reubicados y redesignados formalmente.

A pesar de que el morfotipo SA014 no corresponde al género *Sterculia*, existen numerosas citas de este género para yacimientos del Cretácico y Paleógeno en Sudamérica que por presentar caracteres compartidos con SA014, deben ser revisados y comparados.

Sterculia sehuensis es una especie descrita por Berry (1928) para el área de Tres Lagos (Santa Cruz). Recientes exploraciones en el área (Iglesias, *et al.*, 2007 y observaciones aún no publicadas) indican que los ejemplares estudiados por Berry provienen en realidad de estratos de edad Albiano superior-Cenomaniano inferior, y no del Mioceno como propusiera erróneamente Berry (1928). *S. sehuensis* corresponde a formas trilobadas con lóbulos anchos, ápices convexos y senos muy redondeados, venación actinódroma basal con secundarias regularmente espaciadas y venación broquidódroma que no presentan venas abrazadoras ni venas intramarginales prominentes.

Sterculia washburnii es otra especie del Cretácico descrita por Berry (1937b) para el área de Tres Lagos, pero que proviene de niveles un poco más jóvenes en el Cenomaniano-Coniaciano? (Iglesias, *et al.*, 2007). A partir de la observación de los ejemplares tipo de esta especie, pueden reconocerse caracteres compartidos como la venación actinódroma basal o irregular, secundarias no ramificadas, base decurrente, secundarias numerosas broquidódromas, terciarias percurrentes alternas. Las especies del Cretácico se diferencian principalmente por poseer lóbulos de relación largo/ ancho menor, lóbulos que pueden dividirse, ápices y senos muy redondeados. El ejemplar DSCN0250 (Berry, 1937b) muestra venas agrópicas y secundarias craspedódromas semejantes al morfotipo MA106, de la misma formación (Iglesias, *et al.*, 2007).

El morfotipo MA106 descrito para la Formación Mata Amarilla (Iglesias, *et al.*, 2007) corresponde a una forma foliar muy diferente, con base cóncava o compleja, y venación típicamente palinactinódroma o actinódroma, con tres venas principales que se bifurcan una o dos veces en subprimarias, lóbulos anchos de poco desarrollo y ramificados, ápices de lóbulos acuminados o convexos y senos muy redondeados, venas secundarias muy débiles, escasas y eucamptódromas.

Sterculia patagonica (Spegazzini) Menéndez, 1961 (*non* Berry, 1925a) es una combinación descrita para un material del Cerro Cachetamán de edad Cretácico superior alto, y otro de las cercanías del Río Deseado (probablemente referible a los asomos más australes de la Formación Salamanca). El material del Cerro Cachetamán (7664PB-BA), podría corresponder a las formas del morfotipo SA014 que poseen 5 lóbulos delgados con curvatura acrópeta (Ej.: PL2-973 y PL2-1098), con 5 primarias fuertes de recorrido suavemente curvo, secundarias muy débiles algo densas, saliendo en ángulos anchos de recorrido suavemente curvo, terminando en una vena intramarginal bien desarrollada.

Sterculia patagonica Berry, 1925 (*non* Menéndez, 1961), que aparentemente también ocurre en el terciario de Coronel –Chile, en Laguna del Hunco y en Río Pichileufu (Menéndez , 1961; Arguijo y Romero, 1981), posee venas secundarias débiles con patrón variable en el ángulo de salida de las secundarias y una vena intramarginal bien conformada; posee lóbulos más anchos con ápices convexos, sólo tres venas primarias basales, venación palinactinódroma basal, venas terciarias con patrón percurrente opuesto muy regular.

Sterculia kurtzii Hunicken, corresponde a una especie de formas trilobadas, descritas para la Formación Cerro Cazador referida al Campaniano en la Cuenca Austral (Hunicken, 1995), en donde la venación es actinódroma suprabasal con secundarias algo densas que se ramifican cerca del margen, los lóbulos son angostos y de ápices rectos. *Sterculia* sp.1 Hunicken de la misma colección, posee secundarias con ramificaciones que inervan lóbulos accesorios y los ápices de los lóbulos son acuminados. *Sterculia* sp 2. Hunicken, de la misma formación (Hunicken, *op. cit.*), posee una base redondeada con secundarias camptódromas, los lóbulos son anchos y algunas secundarias fuertes inervan lóbulos accesorios, que difieren del morfotipo SA014.

Sin dudas, las formas foliares descritas como “*Sterculia*” para el Cretácico-Paleógeno en el Sur de Sudamérica, aunque aún con dudas en su asignación genérica y de familia, poseen un registro fósil con cierta continuidad y diversificación de caracteres arquitecturales a lo largo de los yacimientos fósiles de Patagonia, que permiten evidenciar la necesidad de su estudio en profundidad, en un futuro mediato, debido a su posible importancia como indicadores bioestratigráficos y evolutivos.

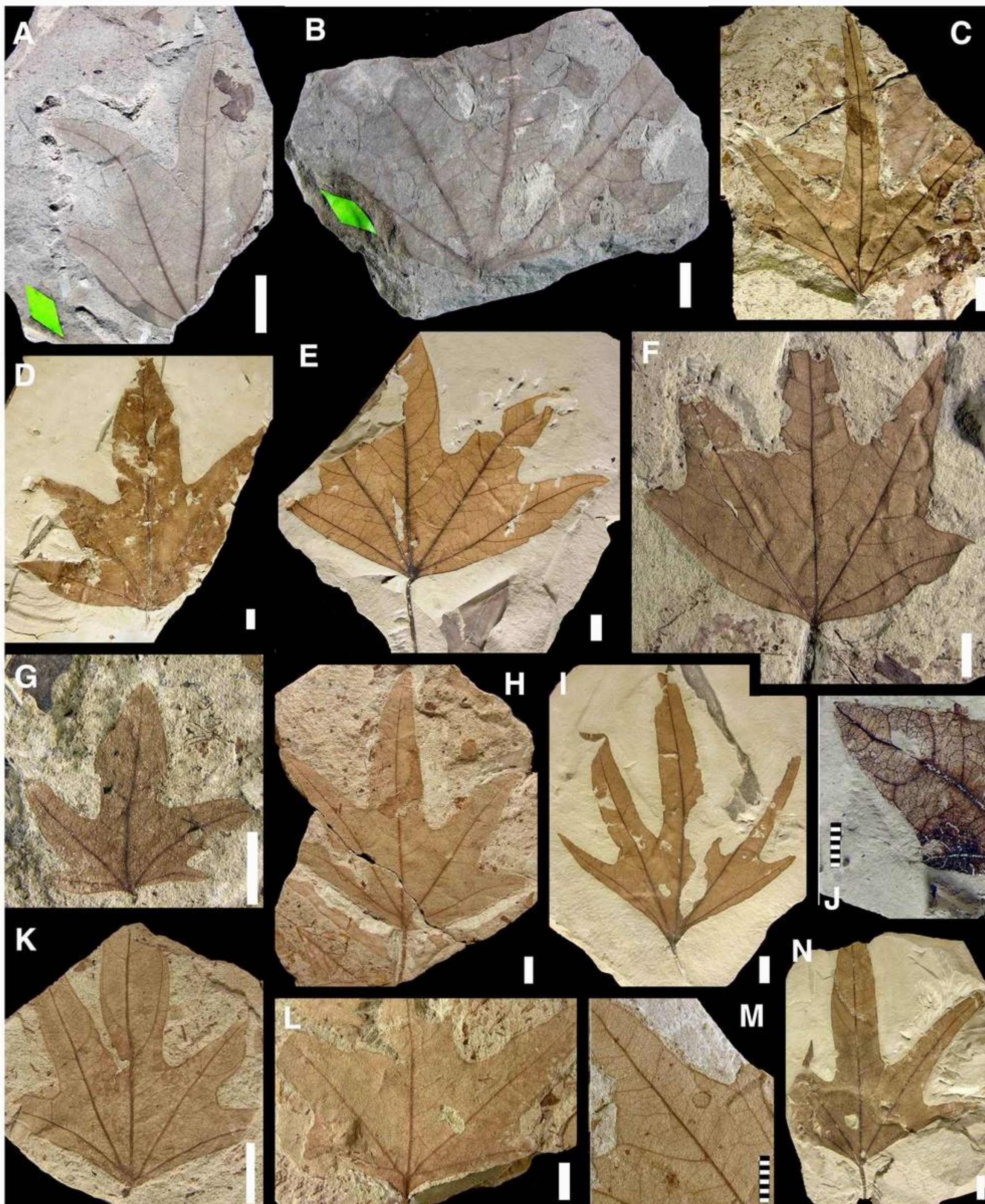


Lámina IX-10 "*Sterculia*" *acuminataloba* Berry, 1937a: A_ USNM 208524; B_ USNM 208526; C_ MEF-PB-2027 (PL1-696), D_ PL2-403; E_ PL2-1086; F_ PL1-210; G_ PL1-872; H_ PL1-1144; I_ PL2-1098; J_ Detalle de venación de PL2-18; K_ PL1-582; L_ PL1-818; M_ Detalle de la venación en el seno en PL1-438; N_ PL2-1278. Escala entera= 1 cm. Escala rayada en milímetros.

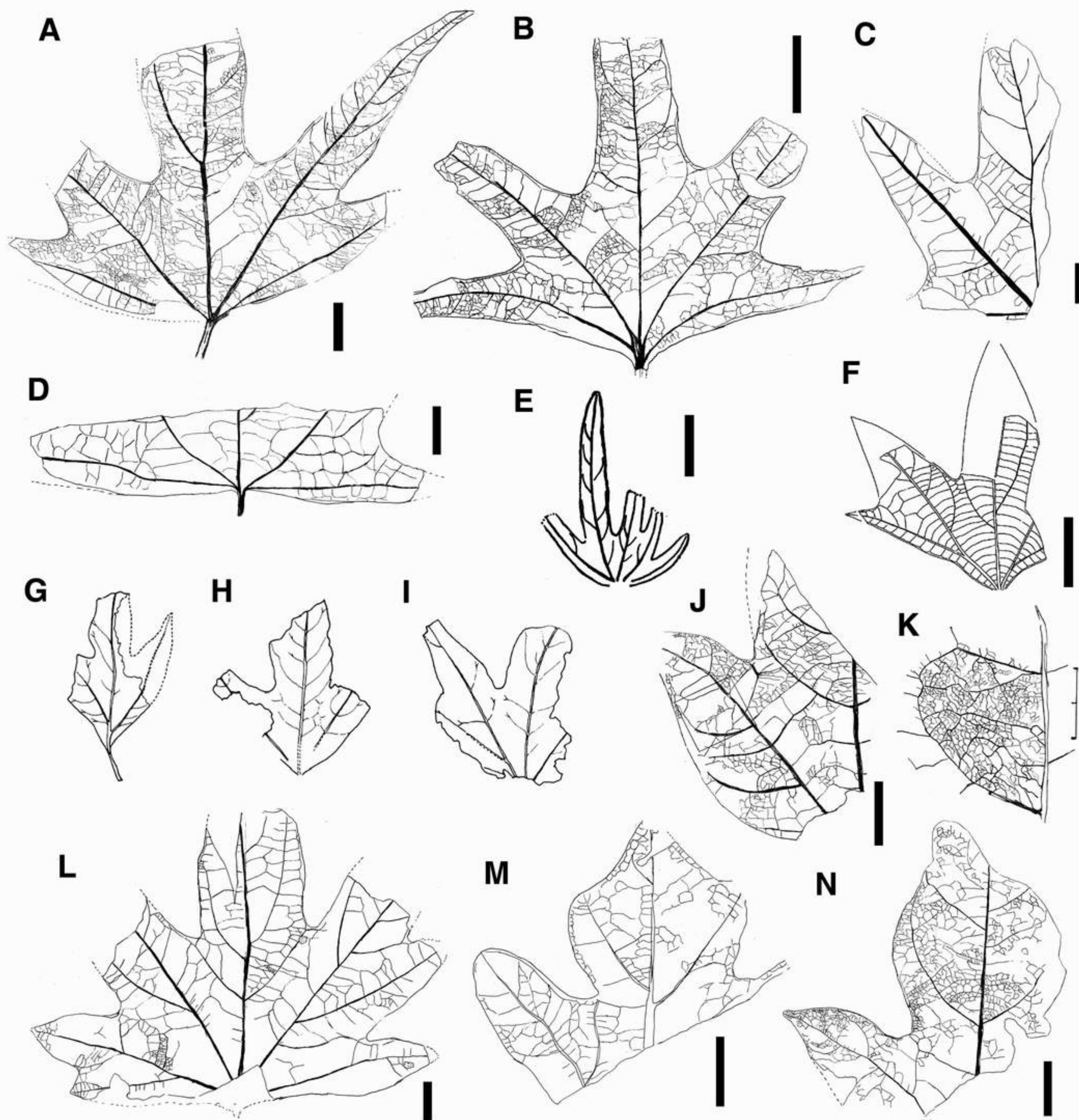


Lámina IX-11, A-D: Dibujos bajo cámara clara del Morfotipo SA014, "*Sterculia*" *acuminataloba* Berry, 1937a. A_ SA-106-3; B_ SA-106-2; C_ LF-01a; D_ LF-06a; E-I: Dibujos más completos de especies del género *Sterculia* previamente descritos para Patagonia: E_ *S. patagonica* (Spegazzini) Menéndez, 1961 (Lam.II fig.2); F_ *S. patagonica* Berry, 1925a; G_ *S. kurtzii* Hunicken, 1995 (Lam.C Fig.14); H_ *S. sp.2* Hunicken 1995; I_ *S. sp.1* Hunicken, 1995; ;J-M: Dibujos bajo cámara clara del Morfotipo SA019. J_ SA 106-5; K_ Detalle de recuadro en J; L_ PL-15; M_ OR1-01b; N_ SA 106-1a. Escala = 1 cm.

9. Morfotipo SA016, “lorada broquidódroma”

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2028 (PL2-1461 a, b)

Lámina IX_12. Figuras A-E: Morfotipo SA016. A_ PL2-1461; B_ Detalle de venación de alto orden en A; C_ PL2-941; D_ PL2-84; E_ PL2-1290.

Lámina IX_15, Figuras F-I: Dibujos bajo cámara clara del Morfotipo SA016. F_ PL-24; G_ DR-05; H_ PL-26b; I_ OR1-42.

Descripción:

- **Hojas** simétricas, nanófilas a micrófilas, generalmente micrófilas, de hasta 10,5 cm. de largo por 2,3 cm. de ancho. Relación largo/ancho de ~ 4 a 7. Lámina de **forma** elíptica angosta, puede presentar asimetría leve por un desarrollo diferencial de las hemiláminas curvadas. **Pecíolo** marginal de grosor fuerte. **Base** de ángulo agudo y forma cuneada. **Ápice** de ángulo agudo y forma cuneada. **Margen** entero. **Venación primaria** pinnada, con una vena media moderada de recorrido homogéneamente curvo, llegando hasta el ápice foliar con fuerza. **Venación secundaria** broquidódroma a broquidódroma leve en la base de la lámina, con venas secundarias de grosor medio, en número de 9 a 11, salen con ángulos de 45° con recorrido mayormente recto, curvado abruptamente cerca del margen; generan uno o varios *loops* con la supradacente, inclusive a distintas alturas o inclusive bifurcándose (bajo *rank* foliar). Presentan un espaciado irregular y disposición irregular en sus ángulos de salida. Al unirse con ángulos obtusos pueden generar una **vena intramarginal** débil, corriendo a cierta distancia del margen, generada por los arcos broquidódromos muy rectos. Presentan **venas intersecundarias** débiles, una por interárea, de tipo compuesto y paralelas a las secundarias. Tres venas basales. **Venas de tercer orden** con modelo percurrente alterno, reticulado al azar en la base, de curso recto, con ángulos variables con respecto a la primaria y sin patrón definido en la lámina. **Venas de cuarto orden** débiles, con patrón reticulado poligonal de curso irregular. **Venas de quinto orden** con patrón dicotomizado. **Areolación** pobremente desarrollada. **Venación libre** FEVs, 2 o más veces ramificadas. **Venación última** marginal ojalada. **Rank foliar** 2r.

Materiales:

PL1-99, 467, 910.

PL2-79, 84, 280, 312, 444, 499, 515, 525, 540, 598, 612, 623, 667, 702, 797, 803, 863, 895, 941, 1215, 1279, 1287, 1290, 1430, 1461, 1482.

Observaciones:

El morfotipo SA016 posee caracteres de venas secundarias débiles, de recorrido mayormente recto, algo densas, conformando una vena intramarginal que se relacionan con el morfotipo

Myrtophyll propuesto por Zastawniak (1994), pero se diferencian por presentar una menor densidad en las secundarias, en ocasiones secundarias bifurcadas y broquidódroma-leve, poseer una vena intramarginal demasiado débil, venación última marginal ojalada y venas de quinto orden con patrón dicotomizado.

Formas foliares loradas broquidódromas son comunes en floras fósiles del Paleógeno, pero teniendo en cuenta todas las características arquitecturales en el morfotipo foliar SA016, no se encuentran semejanzas con ejemplares fósiles previamente descritos para las floras de Sudamérica.

Lámina IX_12. Figuras A-E: Morfotipo SA016. A_ PL2-1461; B_ Detalle de venación de alto orden en A; C_ PL2-941; D_ PL2-84; E_ PL2-1290. Figuras F-M: Morfotipo SA042, "*Fagophyllum*" *duseni* Berry. F_ PL1-836; G_ PL1-868 (=1105); H_ PL1-277; I_ detalle de venación en el diente de H; J_ PL1-1076; K_ LF-24; L_ PL2-1208; M_ PL1-1053. Escala entera = 1 cm. Escala rayada en milímetros.



10. Morfotipo SA019, “Sterculiaceae sp.2”

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2029 (PL2-1883 a, b)

Lámina IX_13: Fotos del Morfotipo SA019: A_ MPEF-PB-2029 (PL2-1883); B_ PL2-1237; C_ detalle de la venación al seno de PL1-1098, D_ detalle de venación de alto orden en PL2-1883; F_ detalle de venación y forma de base en PL2-1883; E_ PL1-371; G_ PL2-1237; H_ PL2-630, con daño foliar de tipo *piercing and sucking* (picadura y succión); I_ PL1-940; J_ PL2-409; K_ PL1-950; L_ PL1-471.

Lámina IX_11: Figuras J-M: Dibujos bajo cámara clara de SA019. J_ SA-106-5; K_ detalle de recuadro en J; L_ PL-15; M_ OR1-01b; N_ SA-106-1a.

Descripción:

- **Hojas**, generalmente simétricas, palmatilobadas, notófilas a macrófilas, mayormente mesófilas. La más chica es de 2,1 cm. de largo por 2,7 cm. de ancho (PL1-28), la más grande de 19 cm. de largo por 20 cm. de ancho (PL2-1500). Relación largo/ancho = 1,2-0,8. Lóbulos compuestos, ocasionalmente simples. Lóbulos de forma elíptica con senos redondeados y ápices convexos o acuminados. Característicamente lóbulos poco prolongados de márgenes curvos. **Pecíolo** marginal, normal, largo (aproximadamente 0,5 del largo foliar) y de 1,9 mm. de ancho. **Base** de ángulo obtuso (generalmente mayor a 180°) y forma cordada o redondeada. **Margen** entero. **Venación primaria** actinódroma basal (rara vez palinactinódroma imperfecta), 5-6 venas primarias basales de recorrido recto y algo sinuoso. Las venas secundarias inervan lóbulos principales sin bifurcarse, pero emiten ramificaciones secundarias inervando lóbulos accesorios. **Venación secundaria** broquidódroma, con secundarias fuertes curvadas homogéneamente hacia el margen uniéndose a la supradyacente con un ángulo ancho, generando una vena intramarginal. Algunas más fuertes, decurrentes y de recorrido más recto inervan lóbulos accesorios, poseen distribución homogénea y ángulos homogéneos a lo largo de la lámina. Venas intersecundarias simples, débiles y cortas. No presentan venas agrópicas. **Venas abrazadoras** irrigan los senos, desde una única vena secundaria fuerte que parte de una primaria con recorrido mayormente recto y que se bifurca en ángulo agudo a cierta distancia del margen y sus ramas se unen a la intramarginal sin interrumpir su recorrido por el seno. **Venas terciarias** percurrentes opuestas, de curso recto, se disponen perpendiculares a las primarias homogéneamente en cada lóbulo, en chevrón cercanas a la base. de grosor fuerte, ángulos aumentando exmedialmente en la lámina. **Venas de cuarto orden** con patrón reticulado poligonal regular. **Venas de quinto orden** con patrón reticulado poligonal regular, bien desarrolladas. **Areolación** bien desarrollada, con aréolas de 4 y 5 lados. **Venación última** intramarginal, débil, corriendo muy cerca o dentro del margen.

Materiales:

PL1-22, 65, 98, 120, 158, 177, 182, 187, 188, 228, 245, 252, 264, 281, 289, 356, 371, 372, 375, 378, 383, 410, 413, 441, 444, 450, 471, 500, 507, 508, 527, 528, 545, 549, 560, 564, 565, 584, 626, 648, 657, 699, 701, 712, 731, 744, 751, 766, 768, 777, 847, 859, 916, 940, 941, 950, 984, 992, 1059, 1070, 1098, 1128, 1136. (PL1- no censo: PL-15, SA-106-5, SA-106-1a)

PL2- 209, 409, 509, 610, 630, 662, 902, 978, 1008, 1058, 1126, 1168, 1219, 1237, 1245, 1286, 1304, 1392, 1490, 1500, 1883.

OR1-01b

OR2-168

Observaciones:

Se diferencia claramente del Morfotipo SA014 por ser una forma palmatilobada con lóbulos compuestos y, en caso de no desarrollarlos, poseen fuertes venas secundarias no tan curvas que se dirigen hacia el margen. Además los lóbulos son más anchos, de márgenes curvos, con ápices convexos o acuminados.

Los senos son menos profundos que en SA014. La base es de forma cordada o redondeada (no decurrente, como en SA014). Las venas secundarias se disponen menos densamente, con espaciamiento uniforme y con recorrido más curvo sin conformar un fuerte ángulo al generar la intramarginal. La vena abrazadora del seno se ramifica un poco antes del margen.

Entre las especies citadas con anterioridad para Patagonia, *Sterculia patagonica* Berry (*non S. patagonica* Menéndez) de la flora de Laguna del Hunco (Formación La Huitrera) del Eoceno inferior (Berry, 1925b; Wilf, *et al.*, 2003, 2005) posee semejanzas sólo en la forma palmatilobada, los lóbulos compuestos (Lam. IX-11, fig. F) y en la venación de menor orden. Sin embargo sus lóbulos poseen márgenes rectos con ápice agudo, la base es de ángulo agudo y forma compleja, posee sólo tres venas basales que pueden bifurcarse.

Sterculia sp.1 y *Sterculia* sp.2 descriptas por Hunicken (1995) y procedentes de Cerro Guido (Formación Cerro Cazador), corresponden a materiales fragmentarios, mal preservados. En *Sterculia* sp.1 se observa una base aguda; en *Sterculia* sp.2 se observa un patrón de las secundarias semejante a SA019.

Entre las floras del Cretácico-Paleógeno de Australasia, SA019 encuentra semejanzas con la forma indeterminada ilustrada en Pole (1992; p. 199, fig.89, OU29458), del Cretácico superior de Nueva Zelanda.

Muchas formas foliares de las Sterculiaceae actuales, presentan hojas palmatilobadas con lóbulos anchos y bases auriculadas (*e.g.* *S. apetala*, *S. peruviana*, *S. recordiana*), pero nunca muestran lóbulos compuestos.

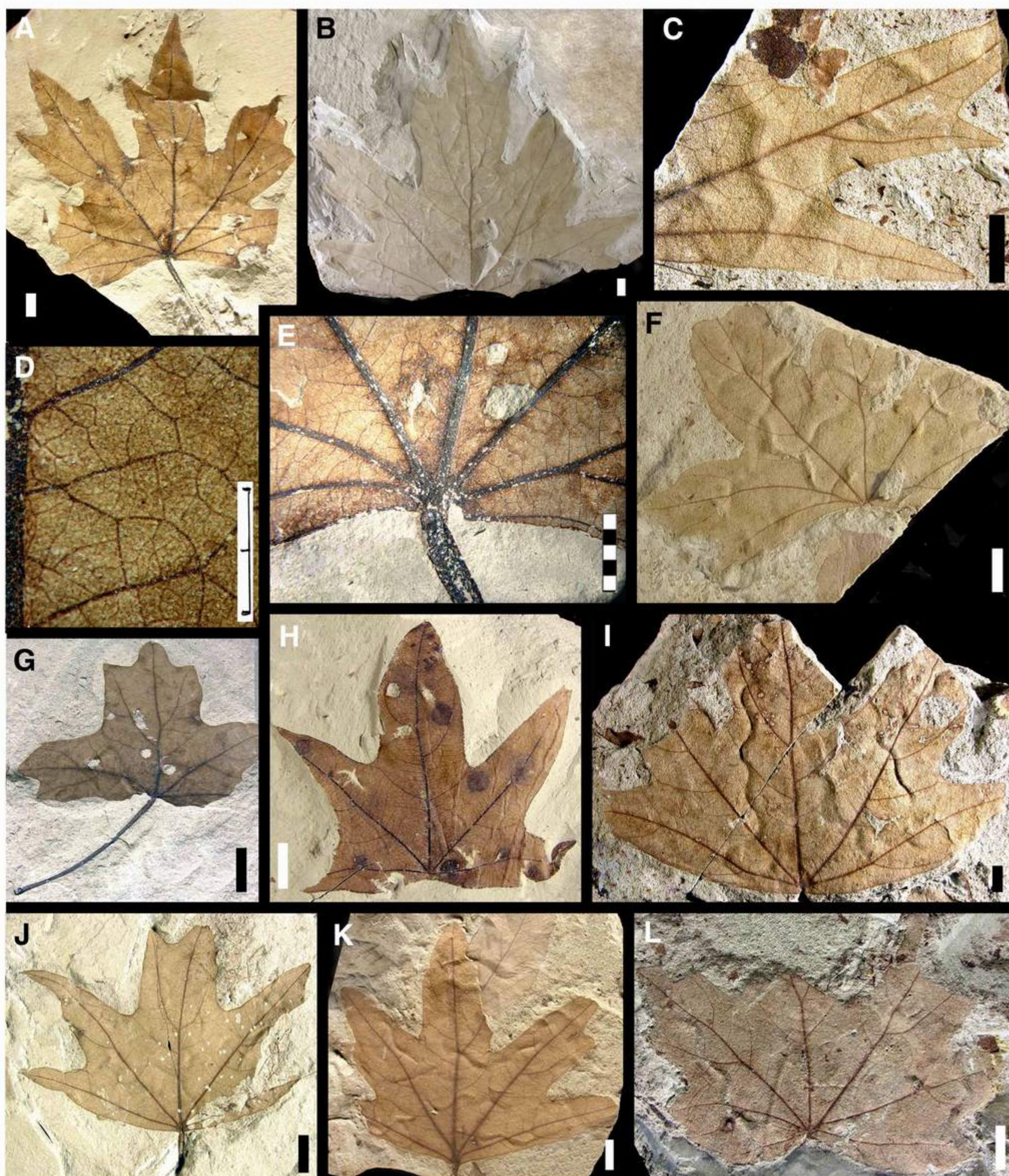


Lámina IX-13, Morfotipo SA019: A_ MPEF-PB-2029 (PL2-1883); B_ PL2-1237; C_ Detalle de la venación al seno de PL1-1098, D_ Detalle de venación de alto orden en PL2-1883; F_ Detalle de venación y forma de base en PL2-1883; E_ PL1-371; G_ PL2-1237; H_ PL2-630, con daño foliar de tipo *piercing and sucking*; I_ PL1-940; J_ PL2-409; K_ PL1-950; L_ PL1-471. Escala entera= 1 cm. Escala delgada en milímetros.

11. Morfotipo SA020, Rosidae sp.1

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2030 (PL2-1144)

Accesorio: PL2-520

Lámina IX_14, Morfotipo SA020: A_ MEF-PB-2023 (PL2-1144); B_ PL2-100; C_ PL2-266; D_ PL2-473; E_ PL2-1067; F_ Detalle de vena intramarginal en PL2-1144; G_ Detalle de venación de diente en K; H_ PL2-1513; I_ PL2-576; J_ PL2-885; K_ PL2-553; L_ PL2-399 (=179); M_ Detalle del ápice en PL2-1262; N_ Detalle del ápice en PL2-965; O_ Detalle de la base en PL2-864.

Lámina IX_15, Figuras A-D: Dibujos bajo cámara clara (Dbcc) de Morfotipo SA020: A_ Dbcc de DR-24b; B_ Dbcc de OR-26; C_ Dbcc de OR-22; D_ Dbcc de OR-20; E_ Dibujo digital de PL2-520=533.

Descripción:

- **Hoja** de base asimétrica por forma. Nanófilas a mesófilas, generalmente micrófilas, llegando a 11,5 cm. de largo por 2,1 cm. de ancho. Forma levemente ovada. Textura cartácea. Pecíolo marginal, engrosado por el acompañamiento del margen foliar. **Base** de ángulo agudo y forma cóncava, extendida en el pecíolo. **Ápice** de ángulo agudo y forma acuminada, pudiendo extenderse por varios centímetros. **Margen** serrado, con **dientes** triangulares, simples, fuertes, homogéneamente espaciados y desarrollados, salvo en el ángulo basal donde son poco desarrollados. Ocurre un diente por cm. Dientes de forma cóncavo-retroflexa o recto-retroflexa. Dientes inervados por una vena principal correspondiente a una secundaria recta sin bifurcación que entra asimétricamente más cerca del flanco acrópeto. La vena principal forma una ramificación pequeña acrópeta que alcanza el flanco basípeta del diente suprayacente y se une a los *loops* del diente superior. Sólo existe una fuerte vena fimbrial que se desarrolla en todo el margen del diente hasta el ápice. Venación lateral del diente broquidódroma. **Venación primaria** pinnada, vena media fuerte, de recorrido curvo homogéneo. **Venación secundaria** craspedódroma, puede ser semicraspedódroma en la extensión apical. Secundarias de grosor normal, curso levemente curvo homogéneo, divergiendo de la vena media con ángulos anchos o agudos, levemente decurrentes, con patrón del ángulo creciente hacia la base. En el ápice pueden unirse por medio de *loops*. Mayormente no se ramifican aunque pocas pueden presentar una bifurcación que inerva dos dientes. **Venas intersecundarias** simples, con mayor ángulo de divergencia que las secundarias. **Venación terciaria** con patrón percurrente alterno. Venas terciarias de curso recto a sinuoso, perpendiculares a la primaria y con un patrón uniforme en los ángulos, desarrollando cuatro o más filas de aréolas por interárea. **Venación de cuarto orden** con patrón percurrente alterno, conformando **areolas** de 5 lados. **Venación de quinto orden** con patrón reticulado poligonal regular, desarrollando más de 10 areolas entre venas de cuarto orden. **Venación**

última marginal fimbrial, con una fuerte vena que corre dentro del margen con grosor homogéneo que otorga fuerte rigidez a la lámina.

Materiales:

PL1-79, 551, 767, 952.

PL2-9, 13, 15 33, 35, 41, 45, 55, 59, 67, 80, 87, 97, 100, 109, 155, 160, 187, 189, 189, 192, 193, 217, 223, 228, 229, 236, 239, 248, 249, 255, 256, 266, 267, 282, 304, 306, 313, 317, 320, 324, 338, 351, 356, 366, 373, 395, 399 (=179), 428, 432, 436, 447, 451, 456, 461, 473, 481, 490, 519, 527, 532, 542, 553 (=520), 576, 608, 611, 617, 648, 652, 653, 655, 675, 730, 732, 745, 755, 756, 791, 793, 794, 804, 810, 816, 826, 840, 852, 864, 870, 885, 893, 894, 906, 907, 928, 949, 965, 980, 1017, 1020, 1052, 1067, 1073, 1074, 1113, 1117, 1127, 1130, 1144, 1182, 1191, 1211, 1256, 1262, 1283, 1296, 1306, 1322, 1336, 1344, 1353, 1360, 1367, 1370, 1426, 1513.

OR1-20, 22, 26. **OR2**-160, 161. **DR**- 24b. **LF**- 11, 90.

Observaciones:

El morfotipo SA020, posee caracteres arquitecturales muy particulares que se han descrito en pocas ocasiones en floras del Cretácico-Paleógeno. La presencia de una base asimétrica por forma, conjugada con una curvatura homogénea de la vena primaria, evidencia la característica de una hoja compuesta para estas formas, aún careciendo de evidencia de conexión orgánica. Por lo tanto se interpreta que el morfotipo SA020 correspondería a un foliolo.

La presencia de una vena fimbrial fuerte en todo el margen, la base laminar asimétrica, la venación secundaria acródroma, y la característica emisión de una ramificación pequeña acrópeta de las secundarias al llegar asimétricamente a los dientes, corresponde a un carácter peculiar presente en las Sapindaceae. Dentro de las Sapindaceae, especies del género *Cupania* (e.g. *C. americana*) muestran gran similitud de venación, forma y tamaño con SA020.

La disposición de los dientes y la venación primaria y secundaria es semejante a la que se observan en algunas Cunoniaceae (Ej. *Weinmannia boliviensis*), pero no se observan bases asimétricas ni se corresponde la venación de alto orden.

De las formas fósiles descriptas para Argentina, SA020 encuentra similitudes con *Cupania latifolioides* Berry, descripta para la flora de Laguna del Hunco (Formación Huitrera) del Eoceno inferior (Berry, 1925a; Wilf, *et al.*, 2003, 2005), en la forma y tamaño de la hoja, así como en su venación de primer y segundo orden.

Entre las floras del Cretácico-Paleógeno conocidas para la región Australásica, esta forma encuentra semejanzas con la forma CP3 ilustrada por Kennedy (2003; p.302, Fig. C) de la Formación Taratu (Campaniano-Mastrichtiano) del sudeste de Nueva Zelanda.

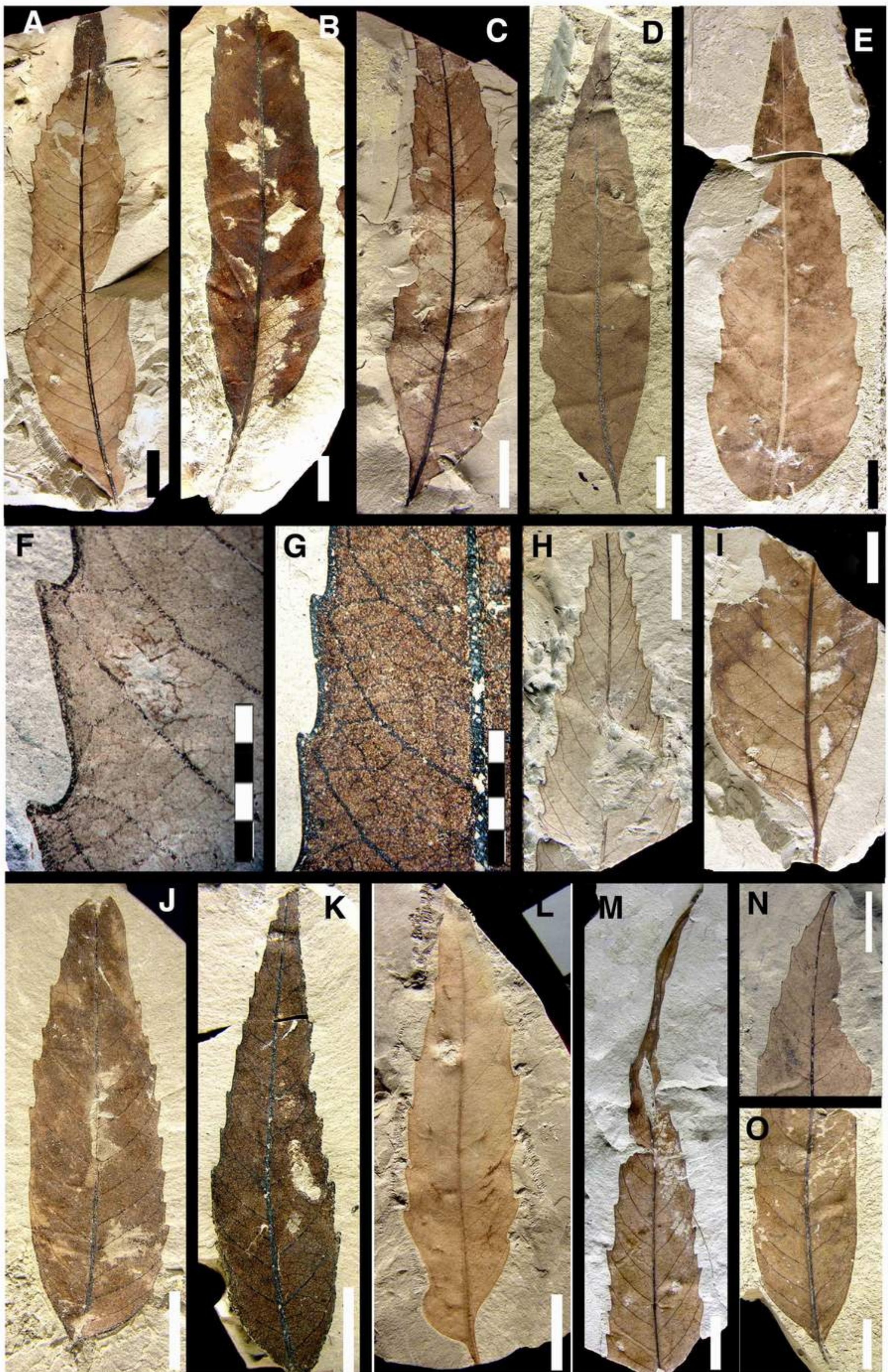


Lámina IX-14, Morofotipo SA020: A_ MEF-PB-2023 (PL2-1144); B_ PL2-100; C_ PL2-266; D_ PL2-473; E_ PL2-1067; F_ Detalle de vena intramarginal en PL2-1144; G_ Detalle de venación de diente en K; H_ PL2-1513; I_ PL2-576; J_ PL2-885; K_ PL2-553; L_ PL2-399 (=179); M_ Detalle del ápice en PL2-1262; N_ Detalle del ápice en PL2-965; O_ Detalle de la base en PL2-864. Escala entera= 1 cm. Escala delgada en milímetros.

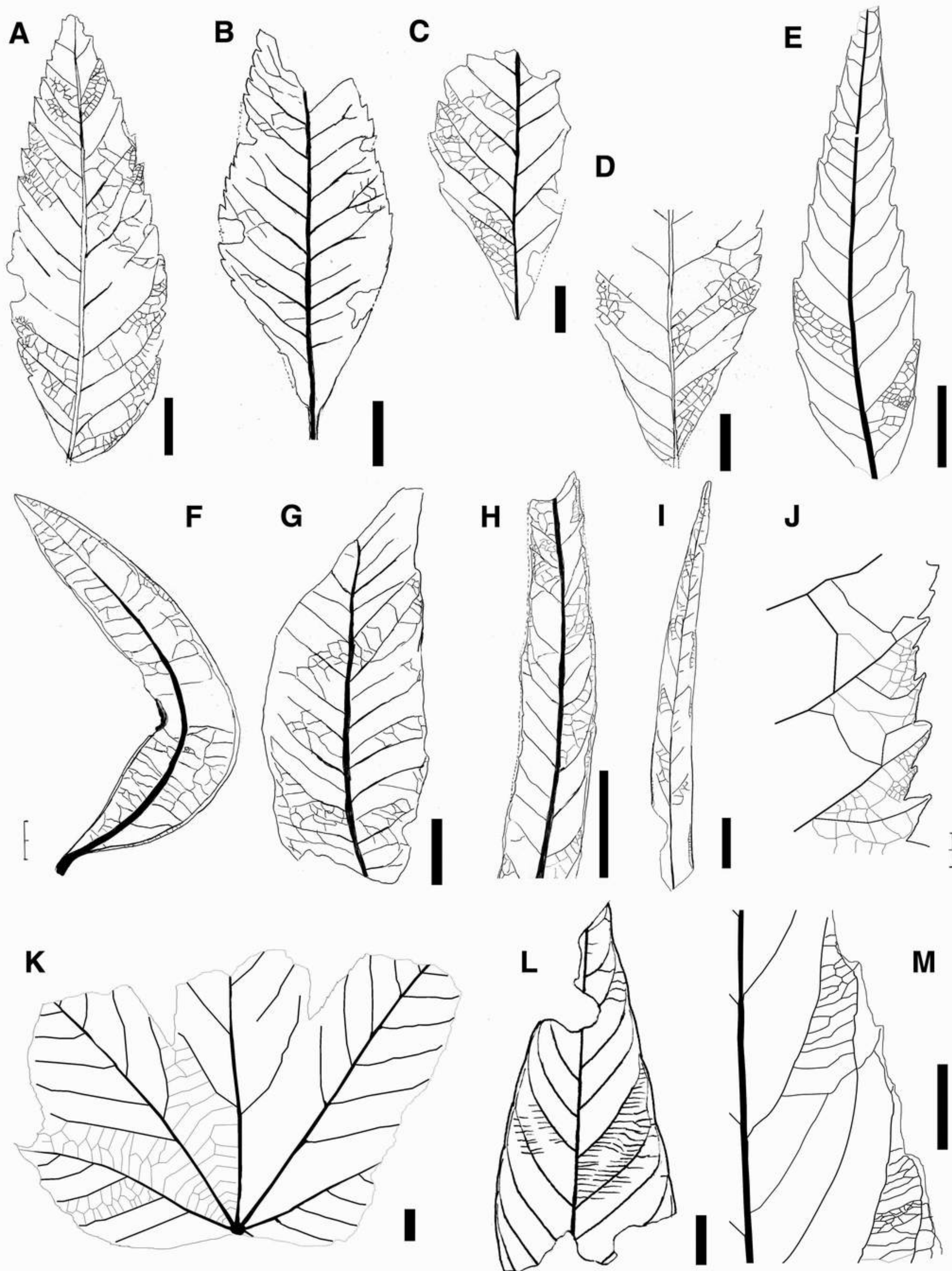


Lámina IX-15, Fig. A-E: Dibujos de Morfotipo SA020: A_ Dibujo bajo cámara clara (Dbcc) de DR-24b; B_ Dbcc de ORa-26; C_ Dbcc de OR1-22; D_ Dbcc de OR1-20; E_ Dibujo digital de PL2-520=533; Fig. F-I: Dbcc de Morfotipo SA016; F_ PL-24; G_ DR-05; H_ PL-26b; I_ OR1-42; Fig. J-K Dibujos digitales de Morfotipo SA035; J_ Detalle de venación en el diente de PL1-894; K_ PL1-700; Fig. L-M: Morfotipo SA041. L_ Dibujo a mano alzada de SA-106-UBA; M_ Dibujo digital con detalle de margen con crenas en PL2-1415. Escala entera= 1 cm. Escala delgada en milímetros.

12. Morfotipo SA032, *Palmae* sp.1

Morfotipo ejemplar: PL1-651

Accesorio: PL1-260

Lámina IX_32, Figuras A-D: Morfotipo Sa032. A_ PL1-651; B_ PL1-260; C_ Detalle de venación en B; D_ LF-63.

Descripción:

• **Lámina** lorada, plicada, de hasta 5 cm. de ancho y más de 20 cm. de largo. **Márgenes** poco marcados o con una fuerte vena fimbrial. **Textura** cartácea. **Venación** paralela, con una vena media marcada en la porción basal, luego poco notoria, aparentemente por congestión de venas de menor orden. **Venas laterales** corriendo paralelas en dos órdenes de grosor: las de mayor grosor se disponen cada 0,7 mm. aprox. y en número de 9 a 11 por segmento y poseen recorrido muy recto; las de menor orden poseen un curso mas irregular, interrumpiéndose en ocasiones por venas transversales y sufriendo anastomosis y bifurcaciones desde las de mayor grosor. Ocurren de 1 a 5 venas de menor grosor entre dos venas de mayor grosor. **Venación de menor orden** generando trabéculas entre las venas paralelas, disponiéndose con leve ángulo y siendo de recorrido mayormente flexuoso.

Materiales:

PL1- 153, 260, 425, 651, 786, 814, 735, 757, 758, 1169, 1171, 1178, 1181, 1188, 1190, 1191.

PL2- 1168; **OR2-** 81, 84; **LF-** 63, 158.

Observaciones:

Read y Hickey (1972) definen las características básicas de las hojas de las palmeras actuales, posibles de utilizar para el reconocimiento del grupo en formas fósiles fragmentadas. La presencia de plicación en los segmentos, y la presencia de una vena media marcada en los segmentos, con venas laterales corriendo paralelamente en dos órdenes de venación. La presencia de una vena media marcada sólo ocurre en la base del ejemplar PL1-651, pero sí es característica la venación paralela indiferenciada en dos órdenes. La mayoría de las palmeras tienen venas con un número fijo, que corren más o menos paralelas a la vena media con una inserción generalmente aguda, acuminada, o con ápice bífido en el segmento o pinna (Moore y Uhl, 1982), que caracterizaría también, las formas foliares correspondientes al morfotipo SA032, de las restantes formas foliares asignadas a palmeras.

Aunque la preservación es muy fragmentaria en el morfotipo SA032, sus restos hallados en todas las localidades analizadas para esta tesis, se asemeja mucho a formas más completas recientemente halladas en la localidad de Dique Ameghino (Rodríguez y Panza, 2003; Brea, *et al.*, en prensa), correspondientes a formas palmadas muy poco escindidas (mayormente enteras) en donde los

segmentos no poseen una vena media muy marcada, y permanecen unidos por un sector importante de la porción basal de los mismos, conformando una lámina plicada entera.

13. Morfotipo SA035, “cissites serrado”

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2031 (PL1-894 = 944)

Lámina IX-16, Morfotipo SA035: A_ MEF-PB-2031 (PL1-894=944); B_ PL1-700; C_ detalle de dientes en PL1-894; D_ detalle de venación en la base de PL2-1371; E_ detalle de venación en el ápice de PL2-805; F_ detalle de forma de base en PL2-1397; G_ PL2-1489; H_ PL2-1133; I_ PL1-855.

Lámina IX-15, Fig. J-K: Dibujos digitales del Morfotipo SA035; J_ detalle de venación en el diente de PL1-894; K_ PL1-700.

Descripción:

- **Hoja** simétrica, micrófila a mesófila, mayormente notófila, de hasta 9,6 cm. de largo por 9,8 cm. de ancho. Relación largo/ancho = 1-2. Forma elíptica en contorno, 3 o 5 palmatilobada. **Textura** cartácea. **Margen** serrado, con **dientes** de dos tamaños, fuertes, triangulares, mayormente con ápices simples o espinosos, pueden presentar un material opaco en el ápice. Dientes de forma flexuoso/flexuosa, recto/recta, cóncavo/cóncava o recto/flexuosa. Espaciado de los dientes levemente irregular. Son inervados por una vena medial fuerte proveniente de una secundaria o ramificación de ésta, que emite una ramificación que inerva el seno suprayacente. Senos de ángulo agudo. **Base** ancha, de ángulo obtuso, y de forma cóncavo-convexa, cordada o cuneada. **Ápice** de ángulo obtuso-abierto, y de forma cuneada o convexa. **Venación primaria** actinódroma basal, con cinco venas basales que inervan los lóbulos. Tres venas primarias fuertes de recorrido recto y dos débiles laterales. **Venación secundaria** craspedódroma. Venas secundarias muy fuertes, se curvan cerca del margen y generan ramificaciones a los dientes, su espaciado es uniforme y presentan un ángulo de salida levemente decreciente hacia la base. Sin venas intersecundarias. Venas agrópicas de tipo compuesto. Presentan **venas abrazadoras** de senos agudos entre lóbulos. **Venas terciarias** fuertes con patrón percurrente alterno, perpendiculares a la primaria, de ángulos uniformes en la lámina. **Venas de cuarto orden** con patrón reticulado poligonal regular, muy homogéneo. **Venas de quinto orden** con patrón reticulado poligonal regular. **Areolación** moderadamente desarrollada. **Venación última** marginal ojalada.

Materiales:

PL1- 165, 449 (=353), 480, 526, 540, 700, 706, 855, 894 (=944), 961, 969, 1058.

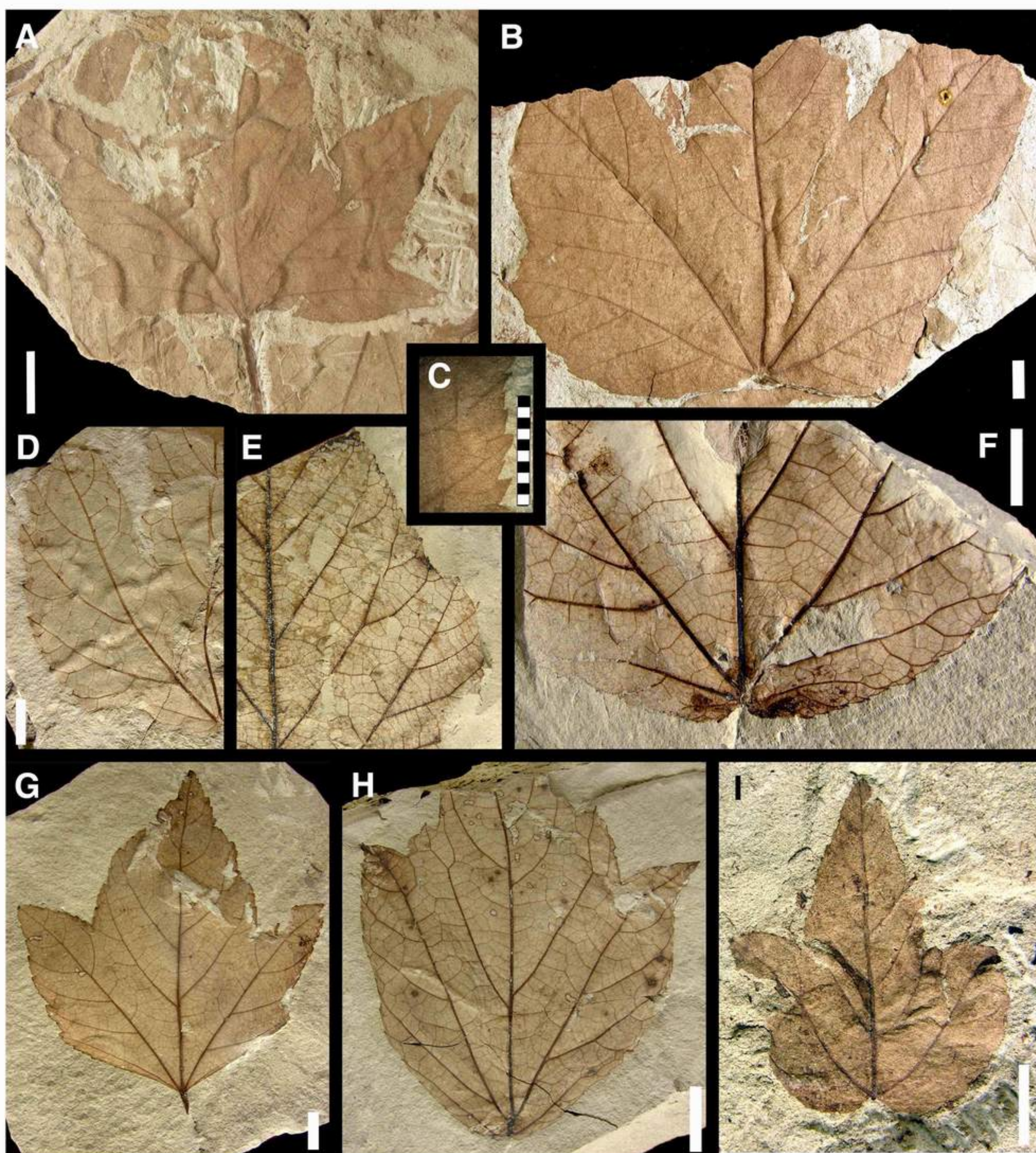


Lámina IX-16, Morfortipo SA035: A_ MEF-PB-2031 (PL1-894=944); B_ PL1-700; C_ Detalle de dientes en A; D_ Detalle de venación en la base de PL2-1371; E_ Detalle de venación en el ápice de PL2-805; F_ Detalle de forma de base en PL2-1397; G_ PL2-1489; H_ PL2-1133; I_ PL1-855. Escala entera= 1 cm. Escala delgada en milímetros.

PL2- 17, 39, 147, 357, 396, 486, 621, 805, 845, 867, 950, 968, 1108, 1133, 1176, 1216, 1229, 1371, 1374, 1397, 1399, 1489.

LF-54, 75, 153.

Observaciones:

Se diferencia del morfotipo SA009 y a la especie “*Cissites*” *patagonica* Berry, por la forma de la base, el tipo de diente, grosor de la venación de segundo y mayor orden.

El tipo de diente presente en el morfotipo SA035, es de tipo violoideo (Hickey y Wolfe, 1975), que sumado a los caracteres de la venación de segundo y tercer orden, base de ángulo obtuso y forma cordada, podría corresponder a familias como las Violaceae, Flacuortiaceae o Euphorbiaceae.

SA035 encuentra semejanza en forma y dimensión de la lámina, forma del ápice y base, ángulo y patrón de venación primaria y secundaria, como así también en las venas agrópicas y textura, con la forma PB20 ilustrada y fotografiada en Kennedy, *et al.* (2002; p.326, fig. n; y p.334, fig.d) de la Formación Rakopi (Campaniano-Maastrichtiano) del norte de Nueva Zelanda. Pero al no haberse publicado la descripción de esta forma, no pueden hacerse mayores comparaciones.

14. Morfotipo SA039, “*Paranymphaea*” aristolochiaformis Berry, 1937a

Morfotipo ejemplar: MPEF-Pb-2032 (PL1-945)

Lámina IX-18, Morfotipo SA039, “*Paranymphaea*” *aristolochiaformis* Berry, 1937a: A_ USNM 201964; B_ MEF-PB-2032 (PL1-945); C_ PL1-860, D_ PL1-980; E_ PL1-753; F_ OR2-170; G_ detalle de base en B; H_ PL1-447; I_ detalle de venación de mayor orden en E.

Lámina IX-17, Figuras A-E: Dibujos de Morfotipo SA039= “*Paranymphaea*” *aristolochiaformis* Berry, 1937a. A_ ejemplar tipo USNM 201964, ilustrado por Berry (1937a, Lámina.V Fig.5); B_ Dibujo digital de MEF-PB-2032 (PL1-945); C_ Dibujo a mano alzada de material colección UBA C.34 M.6; D_ Dibujo bajo cámara clara de material colección UBA C.34 M.6.; E-F_ Dibujo bajo cámara clara de material colección UBA C.34 M.6.

Descripción:

- **Hojas** simples, simétricas, notófilas a mesófilas, generalmente mesófilas de hasta 15,3 cm. de largo por 18,2 cm. de ancho, ovada en línea externa. Lámina palmatilobada, con lóbulos muy anchos y cortos, de ápices convexos o acuminados. Senos redondeados angostos pero poco incisos. **Base** lobada, con un seno basal poco o muy marcado. Ángulo basal *wide-obtuse* (obtusobancho), con siete o nueve venas basales. **Pecíolo** marginal o dentro del margen, dispuesto perpendicularmente o con un fuerte ángulo con respecto a la superficie de la lámina. **Ápice** de

ángulo obtuso y forma convexa. **Margen** entero. **Venación primaria** actinódroma basal, con cinco venas primarias de grosor moderado con recorrido zigzagueante al emitir las secundarias, ocasionalmente bifurcadas en los extremos. Puede ocurrir bifurcación de las primarias más basales cerca de la base. **Venas secundarias** con curso-general basípetamente curvado o recto. Venación secundaria broquidódroma-festoneada, con secundarias de fuerte grosor, de recorrido mayormente recto y abruptamente curvo, generando *loops* primarios uniéndose en ángulos rectos. Presentan un espaciado incrementándose hacia la base y ángulos de salida que decrecen suavemente hacia la base y se disponen en forma subalterna. De los *loops* primarios se emiten *loops* secundarios en forma perpendicular, con venas de curso recto, abruptamente curvadas al formar los arcos y uniéndose en ángulos rectos. **Venas abrazadoras** poco marcadas, bifurcándose a cierta distancia del seno. Venas agrópicas simples, broquidódroma-festoneadas, de grosor moderado, con un par de venas menores que salen de la misma base. **Venas intersecundarias** débiles, generalmente dos por interárea. **Venas terciarias débiles** (grosor moderado), percurrentes, de recorrido recto, opuestas en la base, alternas en la periferia, perpendiculares a las primarias, con ángulos que presentan un patrón incrementándose exmedialmente, formando una “red aracnóidea” cerca de la base. **Venas de cuarto orden** con patrón reticulado poligonal regular. **Venas de quinto orden** con patrón reticulado regular poligonal. **Areolación** bien desarrollada. Aréolas de 4 lados. **Venas libres** FEVs no ramificadas. **Venación última** marginal ojalada.

Materiales:

PL1- 21, 102, 447, 753, 860, 908, 945, 949, 1137, 1189.

LF- 9, 83, 94.

OR2- 169, 170, 172, 173, 177.

Observaciones:

Sobre la base de los nuevos materiales recolectados y la revisión del material tipo de especies descriptas, se determina que las características arquitecturales del morfotipo SA039 corresponden con los de la especie “*Paranymphea*” *aristolochiafomis* Berry descripta y creada para la misma localidad y formación en estudio (Berry, 1937a).

De la observación del ejemplar tipo (USNM 201964), puede reconocerse varios caracteres foliares no descriptos por Berry, tales como:

Hoja mesófila, simétrica, de margen entero, base de ángulo ampliamente obtuso y forma lobada con un amplio margen basal (en contacto con el pecíolo). Pecíolo no preservado, pero de inserción marginal. Venación primaria actinódroma basal, con algunas primarias bifurcadas y venas laterales curvadas basípetamente. Venación secundaria broquidódroma-festoneada, con secundarias

débiles, saliendo con ángulos agudos y de curso curvo, muy espaciadas en la base. Venas basales agrópicas débiles, que se ramifican formando arcos cerca del margen basal. Venas terciarias con patrón percurrente por lo general opuesto, de curso recto, dispuestas con ángulo recto con respecto a las primarias y un patrón de ángulos incrementándose exmedialmente. Venación de cuarto y quinto orden con patrón reticulado poligonal regular. Areolación bien desarrollada. Es de notar que el ejemplar tipo (USNM-201964) fue interpretado como una hoja no palmada, aún careciendo de preservación de forma, ápice y margen. Los nuevos materiales, incorporados en esta tesis, complementan y amplían la diagnosis de la especie, en los caracteres de forma de la hoja, arquitectura del ápice y la base, margen y venación. Razón por la cual, es evidente la necesidad de una re-descripción y enmienda de la especie y ejemplares tipo.

Aunque con un material fragmentario y una descripción muy somera, Berry (1937a) relacionó su especie con la Familia Nymphaeaceae. Tanto el morfotipo SA039 como los ejemplares tipo de *Paranymphaea aristolochiaformis* poseen venación primaria actinódroma, así como venación secundaria broquidódroma-festoneada, caracteres que son posibles de observar en las Nymphaeaceae. Pero, en dicho grupo, este carácter es mucho más acentuado con las venas principales conformando sucesivos arcos de menor jerarquía hacia el margen, más de una vez. Además el morfotipo SA039 presenta base lobada (no cordada o sagitada), venas secundarias muy fuertes, saliendo en ángulos agudos, venas agrópicas y venas terciarias muy densas, caracteres que la alejan en mucho de las especies actuales de esta familia acuática. Hasta el momento no se han encontrado afinidad con formas foliares actuales para este morfotipo, pero los caracteres de forma de hoja, venación primaria y secundaria, forma y disposición del pecíolo, margen y base, son posibles de ser halladas en las Familias Menispermaceae, Tropaeolaceae, Lauraceae, Flacuartiaceae, Sterculiaceae y Euphorbiaceae. Formas foliares de base cordada con margen lobado no son tan comunes en plantas leñosas.

El género *Paranymphaea* fue propuesto por Berry (1935d), para materiales del Paleoceno del Hemisferio Norte. También es un género muy común para el Cretácico superior de Estados Unidos (e.g. *P. crassifolia* Berry; *P. astata* Brown). Hickey (1977) revalida el género, pero en base a los nuevos ejemplares y a una más completa descripción de las formas de la Formación Salamanca, el morfotipo SA039 se aleja de la diagnosis del género *Paranymphaea*.

Berry (1937a) diferencia la especie *P. aristolochiaformis* con la especie *P. proteafolia* del Cretácico de Santa Cruz, creada por él en el mismo volumen (Berry, 1973b). Revisando los materiales tipo de la especie cretácica (USNM 315232 y 315233), puede reconocerse que *P. proteafolia* posee caracteres arquitecturales muy diferentes, con una venación primaria pinnada, vena medial fuerte, de curso recto sin ramificación, venación secundaria festoneada-broquidódroma, venas

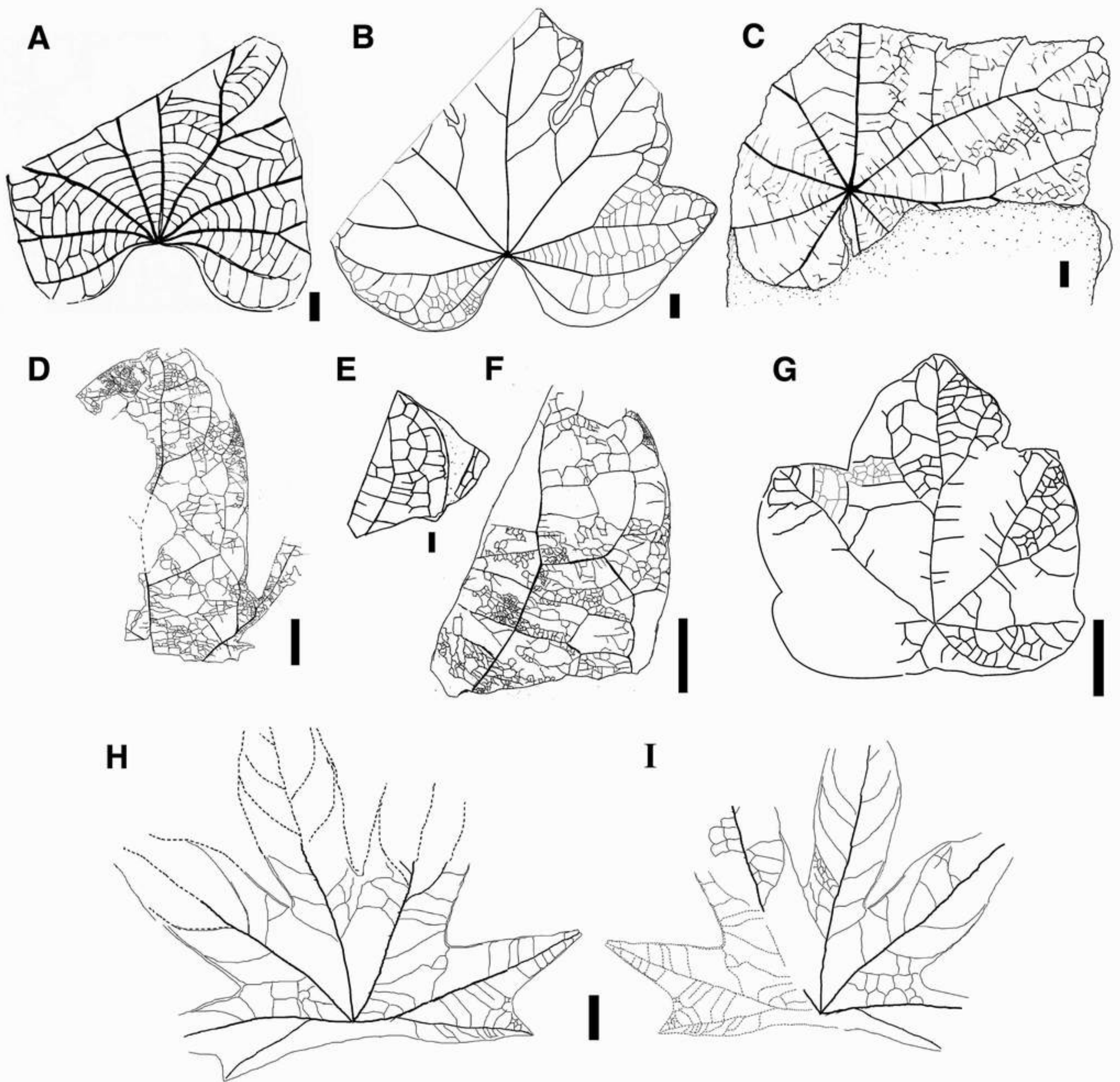


Lámina IX-17, A-F: Dibujos de Morfotipo SA039= "*Paranymphea*" *aristolochiaformis* Berry, 1937. A_ Ejemplar tipo USNM 201964 (Berry, 1937, LáminaV, Fig.5); B_ Dibujo digital de MEF-PB-2032 (PL1-945); C_ Dibujo bajo cámara clara (Dbcc) de material colección UBA C.34 M.6; D_ Dbcc de material colección UBA C.34 M.6; E-F: Dibujo mano alzada y Dbcc matrial colección UBA C.34 M.6; G_ Dibujo digital de Morfotipo SA040, MEF-PB-2033 (PL1-1012); H-I: Dibujos digitales de morfotipo SA055, MEF-PB-2048 (PL2-1464=1464) im-pronta y contraimpronta (reconstrucción en punteado). Escala = 1 cm.

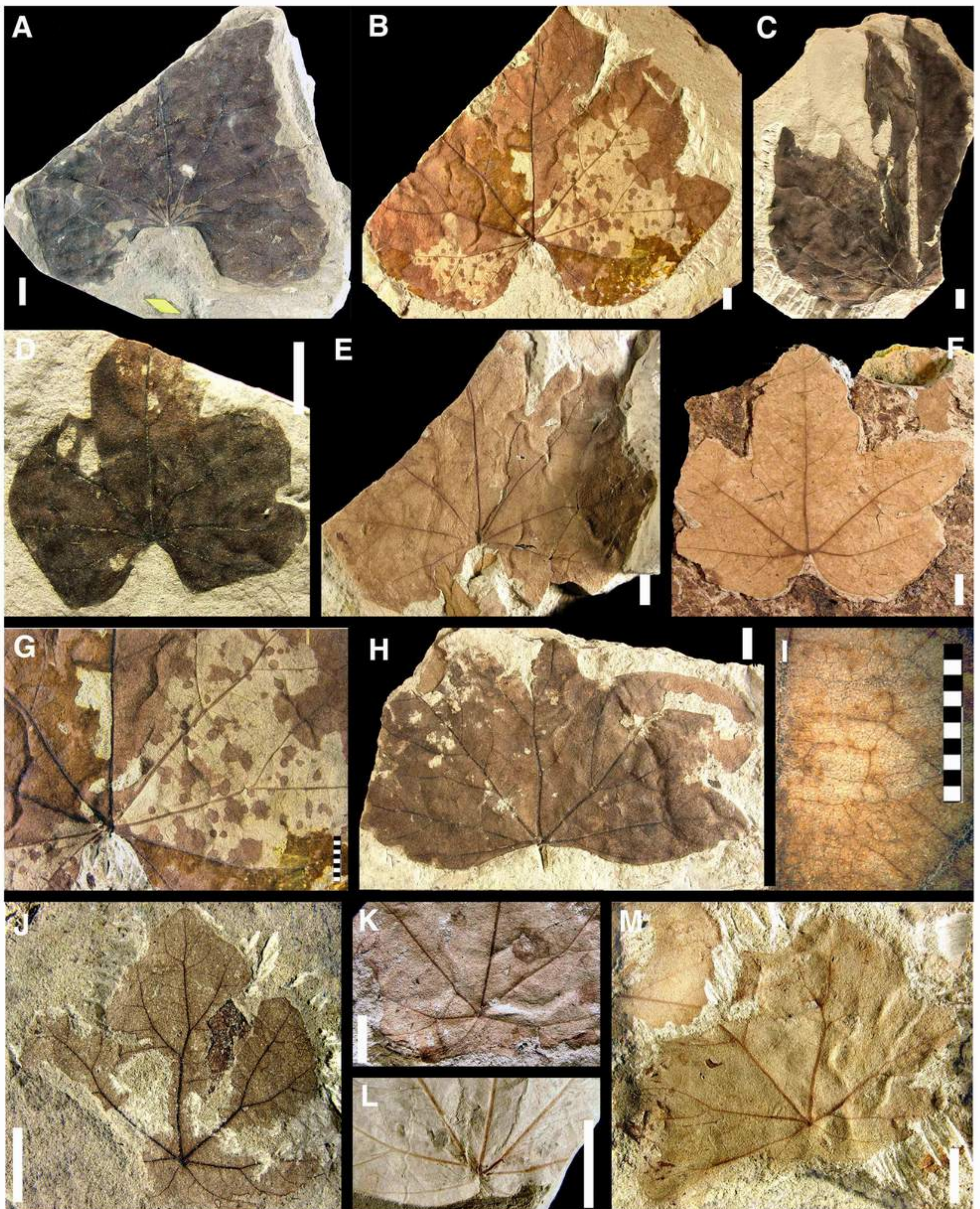


Lámina IX-18, Fig. A-I: Morfotipo SA039, "*Paranymphea*" *aristolochiaformis* Berry, 1937a: A_ USNM 201964; B_ MEF-PB-2032 (PL1-945); C_ PL1-860, D_ PL1-980; E_ PL1-753; F_ OR2-170; G_ Detalle de base en B; H_ PL1-447; I_ Detalle de venación de alto orden en E; Fig. J-M: Morfotipo SA040; J_ MEF-PB-2033 (PL1-1012); K_ Detalle de base en PL1-75; L_ Detalle de base en PL2-62; M_ PL1-1075. Escala rellena= 1 cm. Escala rayada en milímetros.

de segundo orden formando grandes *loops* que se unen en ángulos agudos y presencia de venas intersecundarias.

Es de notar que los ejemplares determinados en la localidad OR2 (Parque Provincial Ormaechea), mantienen una morfología y arquitectura foliar muy constante, con venas primarias laterales bifurcadas y lóbulos algo más triangulares, que probablemente, con mayor material, puedan ser asignadas a otro género o especie.

15. Morfotipo SA040 “peltada sp. 1”

Morfotipo ejemplar: MPEF-Pb-2033 (PL1-1012)

Lámina IX-17, Figura G: Dibujo digital de Morfotipo SA040, MEF-PB-2033 (PL1-1012).

Lámina IX-18, Figuras J-M: Morfotipo SA040; J_ MEF-PB-2033 (PL1-1012); K_ detalle de venación y forma de la base en PL1-75; L_ detalle de venación y forma de la base en PL2-62; M_ PL1-1075.

Descripción:

- **Hoja** simple, simétrica, notófila o micrófila, mayormente notófila, de hasta 5 cm. de largo por 8 cm. de ancho. Palmatilobada, ovada en contorno externo. Lóbulos muy cortos (<1 cm.) y anchos, de ápices convexos y senos agudos no muy escindidos. **Textura** membranácea. **Margen** ondulado, semejando una lobación muy tenue, de menor orden. **Base** de ángulo obtuso y forma redondeada, pecíolo de inserción peltada excéntrica. Siete venas basales. **Ápice** con ángulo obtuso, y forma convexa. **Venación primaria** actinódroma basal con 5 venas primarias radiando desde el mismo punto, de recorrido zigzagueante al emitir las secundarias y bifurcándose en los lóbulos, con recorrido general recto. Las primarias más externas se disponen formando un ángulo de 180°. **Venación secundaria** broquidódroma. secundarias débiles con recorrido curvo homogéneo, se disponen con ángulo ancho y arreglo homogéneo en la lámina, saliendo de las primarias con un espaciamiento uniforme. Venas agrópicas simples, generan arcos broquidódromos. Venas intersecundarias e intramarginales ausentes. Sin venas abrazadoras. **Venas terciarias** débiles, de recorrido recto, con ángulos anchos con respecto a las primarias, con un patrón percurrente opuesto, generando una venación en *chevron* (angulosa) cercano a la base del pecíolo. Poseen un patrón de ángulos incrementando exmedialmente. **Venas de cuarto orden** con patrón reticulado poligonal regular, muy débiles. **Venación última** marginal ojalada.

Materiales:

PL1- 7, 1012, 1075, 1114.

PL2- 62.

Observaciones:

Este morfotipo es fácilmente distinguible de las otras formas foliares de la Formación Salamanca por presentar base peltada, con pecíolo exmedial, margen lobulado con lóbulos poco marcados, 5 venas primarias y preservar característicamente una textura membranácea.

No se han descrito formas foliares semejantes al morfotipo SA040 en floras del Cretácico-Terciario de Gondwana.

El tipo de base peltada excéntrica, con margen tenuemente lobulado semejando grandes crenas, venación actinódroma y textura membranácea es posible de observar en familias como Tropaeolaceae, Nymphaeaceae, Polygonaceae, y Euphorbiaceae.

16. Morfotipo SA041, “percurrente perpendicular”

Morfotipo ejemplar: MPEF-Pb-2034 (PL1-1154)

Lámina IX-15: L-M: Morfotipo SA041. L_ Dibujo a mano alzada de SA UBA; M_ Dibujo digital con detalle de margen con crenas en PL2-1415.

Lámina IX-19: A-I: Morfotipo SA041. A_ MEF-PB-2034 (PL2-1154); B_ PL2-219; C_ PL1-470; D_ PL2-483 impronta; E_ PL2-483 contraimpronta con cutícula; F_ PL2-934; G_ PL2-1415, obsérvese el margen con crenas; H_ PL2-1513; I_ Detalle de venación de alto orden en A.

Descripción:

- **Hojas** simétricas, micrófilas a mesófilas, mayormente notófilas, de hasta 11,4 cm. de largo por 5 cm. de ancho. Relación largo/ancho = 2,5. **Forma** levemente ovada o elíptica. **Textura** característicamente membranácea. **Margen** ondulado característico, con suaves crenas de grandes dimensiones que se corresponden con los arcos (*loops*) de las secundarias. Rara vez presentan crenas prominentes en forma de pequeños dientes asociados a venas menores que salen de arcos broquidódromos independientemente. **Ángulo basal** agudo, de forma convexa. **Pecíolo** de inserción marginal. Vena basal única. **Ángulo apical** agudo, de forma acuminada, generalmente muy extendido (*drip tip*). **Venación primaria** pinnada, con una vena medial de curso recto o algo sinuoso. **Venación secundaria** broquidódroma leve, con 10-12 pares de secundarias curvadas homogéneamente, con espaciamiento uniforme y ángulos de salida uniformes. Se unen entre sí, por medio de arcos con ángulos anchos. No presentan venas intersecundarias. **Venación terciaria** con patrón percurrente

opuesto, de curso sinuoso y muy denso, en número de más de 25 por interárea. Terciarias característicamente de grosor muy delgado, perpendicular a la primaria y con ángulo uniformes en toda la lámina. **Venas de cuarto orden** con patrón reticulado regular pentagonal. **Venas de quinto orden** con patrón dicotomizado. **Areolación** pobremente desarrollada. **Venación libre** FEVs, ramificadas una vez. **Venación última** marginal ojalada.

Materiales:

PL1- 35, 219, 253, 291, 329, 470, 1021, 1037, 1154.

PL2- 48, 66, 68, 85, 91, 105, 420, 482, 483, 507, 515, 711, 741, 798, 801, 846, 861, 897, 934, 955, 1000, 1012, 1094, 1105, 1118, 1253, 1281, 1312, 1332, 1358, 1386, 1415, 1418, 1424, 1425, 1431, 1451, 1452, 1467, 1580

Observaciones:

El tipo de margen, el patrón de venación primario básicamente pinnado, secundario con venas débiles curvándose en arcos broquidódromos leves, venas terciarias densas y dispuestas perpendicularmente a la primaria en forma homogénea, son características que se observan en la Familia Rhamnaceae (Hickey y Wolfe, 1975).

Formas foliares fósiles atribuidas a Rhamnaceas en Argentina se han descripto como *Ziziphus* sp. para el Cretácico superior (Hunicken, 1995), “*Ziziphus chubutensis*” para el Paleoceno en la localidad de Cerro Funes-Palacio de los Loros (Berry, 1937a), *Ziziphus santaflavioensis* para el Eoceno de Laguna del Hunco y Río Turbio (Berry, 1925b, Hunicken, 1966; Arguijo y Romero, 1981) y *Ziziphus* sp. para la flora de Eoceno de Quinamavida (Troncoso, 1992) y el Cretácico más superior en Cerro Guido (Hunicken, 1995). *Rhamnidium preglabrum* Berry, es otra forma descripta para las floras del Eoceno de Pichileufu (Berry, 1925b, 1938) y de Laguna del Hunco (Traverso, 1951), que se asemeja en forma y tamaño, pero presenta textura sub-coriácea, vena media gruesa y prominente, 8-11 pares de venas secundarias, y venas de tercer orden percurrentes opuestas homogéneas, pero dispuestas con ángulos agudos con respecto a la vena media.

De los aproximadamente 55 géneros de la familia, 13 ocurren en Argentina (siendo 4 endémicas). En Argentina, en general, los géneros poseen formas foliares muy reducidas, con caracteres xeromórficos. Los géneros *Rhamnus*, *Hovenia*, *Gouania*, *Colubrina*, *Ziziphus*, *Sageretia* y *Rhamnidium* poseen formas foliares de gran desarrollo. *Sageretia* y *Gouania* poseen formas dentadas. *Ziziphus* posee formas acródromas muy distintas. *Rhamnus* en general posee textura cartácea a coriácea. *Hovenia* y *Rhamnidium* suelen presentar textura membranácea con ápices extendidos y márgenes ondulados, aunque no se ha observado una disposición de las terciarias tan perpendicular como en el morfotipo SA041.

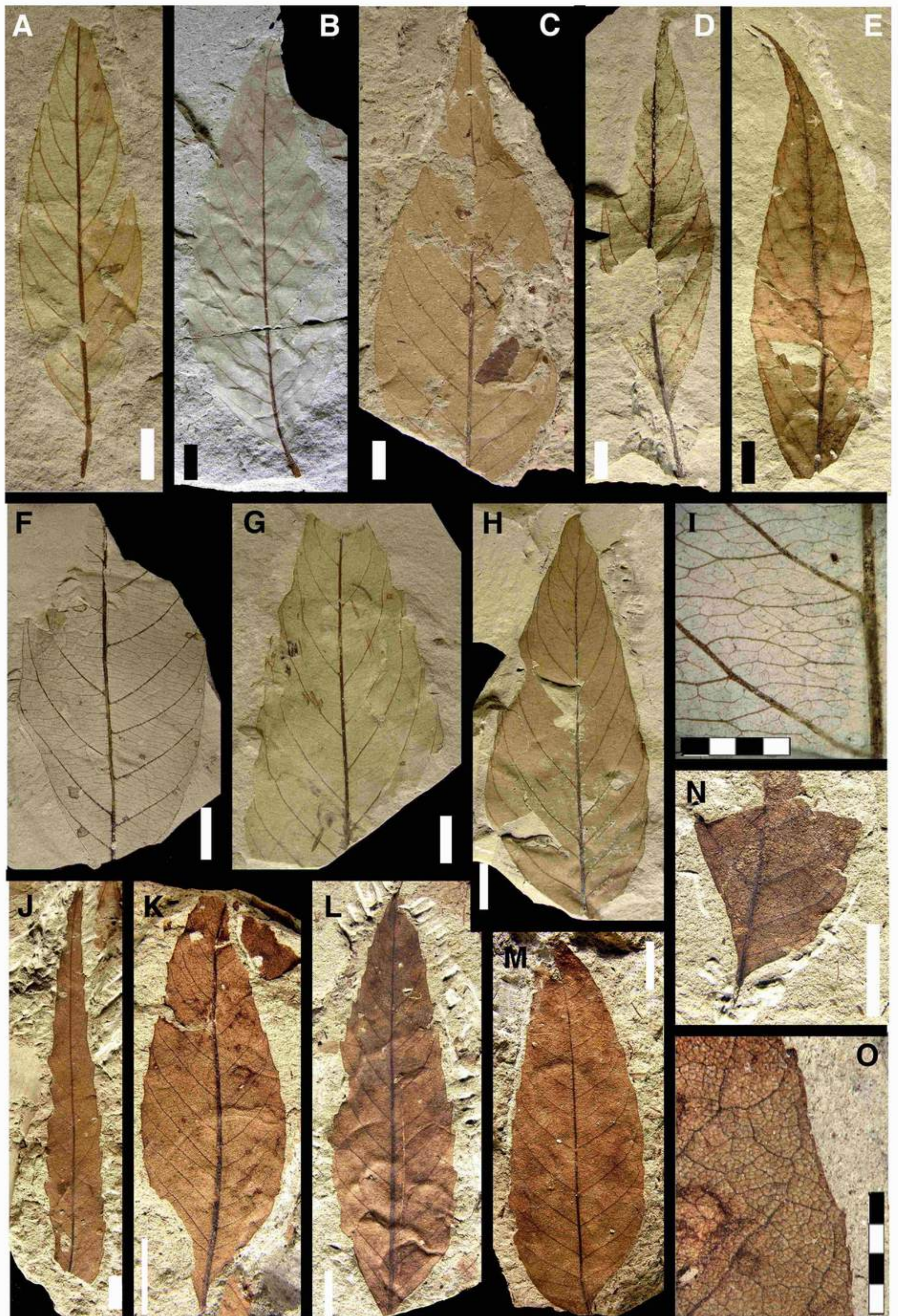


Lámina IX-19. A-I: Morfotipo SA041: A_ MEF-PB-2034 (PL2-1154); B_ PL2-219; C_ PL1-470; D_ PL2-483 impronta; E_ PL2-483 contraimpronta con cutícula; F_ PL2-934; G_ PL2-1415, obsérvese el margen con crenas; H_ PL2-1513; I_ Detalle de venación de alto orden en A. J-O: Morfotipo SA044. J_ PL1-776; K_ MEF-PB-2037 (PL1-980); L_ PL1-596; M_ PL1-304; N_ detalle de la base asimétrica en PL1-631; O_ detalle de venación y crenas en K. Escala entera= 1 cm. Escala rallada en milímetros.

El morfotipo SA041 muestra ciertos caracteres arquitecturales únicos para formas foliares de Rhamnaceae, como son el gran desarrollo de *drip tips* y el gran tamaño foliar, por lo que las formas foliares del morfotipo SA041 corresponderían al menos a una nueva especie fósil. Muchos ejemplares presentan una buena preservación de la cutícula (e.g. PL2-1424 y PL2-1125 en Lámina IX-19), por lo que en estudios posteriores, se pretende realizar un análisis de ésta y una asignación sistemática más precisa, para la forma foliar.

17. Morfotipo SA042, “*Fagophyllum*” *duseni* Berry, 1927

Morfotipo ejemplar: MPEF-Pb-2035 (PL1-836)

Lámina IX-12: Figuras F-M: Morfotipo SA042 “*Fagophyllum*” *duseni* Berry 1937. F_ PL1-836; G_ PL1-868 (=1105); H_ PL1-277; I_ detalle de venación en el diente de H; J_ PL1-1076; K_ LF-24; L_ PL2-1208; M_ PL1-1053.

Lámina IX-21: Figuras A-D Morfotipo SA042 “*Fagophyllum*” *duseni* Berry 1937. Dibujos bajo cámara clara: A_ PL1-1105; B_ OR1-22; C_ Detalle de venación en el diente de B; D_ PL1-1105

Descripción:

- **Hojas** simétricas a levemente asimétricas en la basa, micrófilas a notófilas, mayormente micrófilas de hasta 9,5 cm. de largo por 4 cm. de ancho. Relación largo/ancho = 3. **Formas** elípticas u ovadas. **Margen** serrado, con dientes convexo-convexos, uno por centímetro y por secundaria. **Dientes** simples, no glandulares, grandes, de más de 1,6 cm. de largo por 0,6 cm. de ancho. Poseen un espaciamiento regular, se encuentran más desarrollados en la porción media y ausentes en el ángulo basal. **Base** de ángulo agudo, forma cuneada, simétrica o levemente asimétrica. **Ápice** de ángulo agudo y forma convexa. **Venación primaria** pinnada, con una vena medial fuerte de recorrido recto. **Venación secundaria** craspedódroma. Venas secundarias decurrentes, curvadas homogéneamente, con un espaciamiento regular, aumentando hacia la base, alcanzando los dientes medialmente o de forma levemente apical. 7 a 9 pares de secundarias mayormente espaciadas. Secundarias generalmente no ramificadas, aunque pueden generar una fuerte rama apical que inerva el seno supradacente. **Venas terciarias** débiles, con patrón percurrente opuesto irregular, de curso convexo. Poseen un ángulo ancho, uniforme en relación a la primaria. **Venas de cuarto orden** con patrón regular poligonal reticulado. **Venas de quinto orden** con patrón regular poligonal reticulado. **Areolación** moderadamente desarrollada. **Venación última** marginal ojalada.

Materiales:

PL1- 32, 218, 270, 277, 301, 350, 365, 379, 483, 502, 647, 660, 674, 721, 782, 836, 897, 921, 936, 938, 983, 1053, 1076, 1105 (=868), 1121.

PL2- 173, 385, 983, 1208.

OR1- 22. ; LF- 24.

Observaciones:

Berry (1937a) crea la especie *Fagophyllum duseni* en base a dos ejemplares (USNM 201960 y USNM 201961 a y b) de la localidad de Cerro Funes-Palacio de los Loros. El material original de Berry fue descrito como hojas de tamaño relativamente pequeño, ovadas, ápice agudo y base cuneada angosta, margen dentado, dientes mayormente grandes salvo en la base y ápice, diente “aquilino”, uno por secundaria, pecíolo fuerte 5-6 mm. de largo, vena media fuerte, prominente, curvada; 8-9 pares de secundarias subparalelas, divergiendo de la vena media con 45°, craspedódromas, terminando en un diente marginal.

De la revisión de los ejemplares tipos utilizados por Berry y las fotos de alta resolución obtenidas de los materiales resguardados en el Smithsonian National Museum (SNM), y de los dibujos originales de la publicación, se reconoce que el morfotipo SA042 corresponde con la descripción original de la especie *Fagophyllum duseni* Berry, ampliándose aquí los caracteres descriptivos.

En el estudio previo sobre las formas foliares de la Formación Salamanca, Berry (1937a) ubica al ejemplar USNM208522 en la nueva especie *Dryophyllum australis*. De la revisión del material tipo de esa especie, realizada para este trabajo, se desprende que el ejemplar USNM 208522 no concuerda con la diagnosis de Berry para la especie (que en este trabajo se asocia al morfotipo SA004) y sí concuerda con la descripción más completa para el morfotipo SA042 y la especie “*Fagophyllum*” *duseni*.

Explícitamente Berry utilizó el género *Fagophyllum* Nathorst, por su relación con las Fagaceae en general, y un sufijo general que hace alusión a las hojas. Así no incurrió en las diferenciaciones poco satisfactorias que se hacían entre géneros fósiles de *Fagus* y *Nothofagus*. Los caracteres que presenta el morfotipo SA042 y los ejemplares tipo de “*Fagophyllum*” *duseni*, relacionan estas formas foliares a familias como las Sapindaceae o Anacardiaceae, más que a las Fagaceae, por lo que una revisión de su asignación al género *Fagophyllum* Nathorst ha de realizarse.

Se han encontrado similitudes en la arquitectura foliar de folíolos del género actual *Cardiospermum*, el cual corresponde a una Sapindaceae de hoja compuesta, trepadora.

Pueden reconocerse semejanzas con la especie C. de McLouglin, *et al.* (1995) del Cenomaniano de norte de Australia, para la cual también se realizaron relaciones con especies del género *Nothofagus*. Pero esta especie australiana tiene característicamente dientes mucronados, el primer par de venas basales agrópicas y generalmente secundarias basales de disposición opuesta, que la alejan del morfotipo SA042.

18. Morfotipo SA043, Cupania sp.

Morfotipo ejemplar: MPEF-Pb-2036 (PL2 -73)

Accesorio: PL2-83

Lámina IX-20: Figuras A-G: Morfotipo SA043. A_ MEF-PB-2036 (PL2-73); B_ PL2-83; C_ PL2-714; D_ PL2-1355; E_ PL2-321; F_ Detalle de venación y diente de A; G_ Detalle de venación y diente de E.

Lámina IX-21: Figuras E-G: Morfotipo SA043. E_ PL2-321; F_ SA UBA; G_ Detalle de venación en el diente de E.

Descripción:

- **Folículos** simétricos, nanófilos a notófilos, mayormente micrófilos, de hasta 7 cm. de largo por 3,6 cm. de ancho. Relación largo/ancho = 3,5. **Forma** ovada o elíptica. **Textura** cartácea a membranácea, característicamente se preservan con tonalidades amarillo claras. **Margen** dentado, con fuertes dientes simples, acuminado/acuminados. Raramente poseen dientes compuestos con cúspides accesorias basales. **Dientes** regularmente espaciados, senos angulosos, dientes grandes de 2,7 mm. de largo por 3 mm. de ancho, de tipo espinosos. Característicamente bien desarrollados en todo el margen foliar. La venación del diente se desarrolla a partir de una secundaria o bifurcación de ésta, que se ramifica para inervar el seno y continúa medialmente alcanzando el ápice del diente con fuerza. **Base** de ángulo agudo y forma cuneada, con una única vena basal. **Ápice** agudo de forma cuneada o cóncava (acuminada). **Venación primaria** pinnada, con una vena media algo delgada (0,7 mm.), de recorrido recto. **Venación secundaria** craspedódroma, con secundarias de recorrido recto, saliendo con ángulos a 45° uniformes, con un espaciamiento incrementando suavemente hacia la base, o uniforme. Las secundarias son de grosor normal y se bifurcan a 45° una o dos veces cerca del margen intervando los dientes medialmente. Venas agrópicas compuestas. En el ángulo basal 2 o 3 venas secundarias se disponen perpendicularmente a la primaria. No presentan venas intersecundarias. **Venas de tercer orden** con patrón percurrente mixto, con recorrido convexo, de grosor normal. Perpendiculares a la primaria y espaciado uniforme. **Venas de cuarto orden** fuertes, con patrón reticulado poligonal regular, formando areolas de 2,5 mm. de tamaño. **Venas de quinto orden** con patrón reticulado poligonal regular, formando areolas grandes de 4 a 5 lados y de 1,25 mm. de tamaño. **Venas de sexto orden** con patrón reticulado poligonal regular, de recorrido sinuoso. **Venación libre** (FEVS) excurrentes, con recorrido sinuoso se bifurcan una única vez. **Areolación** característicamente bien desarrollada. **Venación última** marginal ojalada.

Materiales:

PL1- 781

PL2- 5, 23, 73, 83, 112, 153, 185, 196, 216, 230, 240, 254, 270, 278, 314, 321, 326, 334, 340, 341, 342, 365, 374, 414, 442, 452, 469, 510, 571, 573, 580, 619, 647, 703, 710, 714, 728, 738, 742, 758, 788, 789, 809, 817, 886, 931, 1036, 1038, 1355, 1454, 1484, 1515, 3721.

OR2- 118, 121, 122, 123, 163. ; **LF-** 160.

Observaciones:

El material PL2-714 muestra la presencia de tres folíolos adheridos conformando una hoja al menos trifoliolada, evidenciando el carácter de hoja compuesta para el morfotipo SA043. La muestra PL2-341 posee el desarrollo de un peciólulo de hasta 1,9 cm. por 0,7 mm.

Las características de hoja compuesta, tipo de dientes y su desarrollo hasta casi contactar con el peciólulo, venación de segundo y tercer orden, forma y textura, acercan el morfotipo SA043 a la familia Sapindaceae o Cunoniaceae.

En Argentina, la mayoría de las formas fósiles con las características de SA043 han sido referidas al género *Cupania* Linné (Familia Sapindaceae). *Cupania grosse-serrata* Berry, es conocida para la flora de Laguna del Hunco (Berry, 1925), la flora del Río Pichileufu (Berry, 1938b), la flora de Río Turbio (Hünicken, 1967) y la flora de Ligorio Márquez (Troncoso, *et al.*, 2002) y presenta muchas semejanzas con SA043 en forma externa, forma y venación del diente, venación secundaria ramificada innervando más de un diente. Otras especies del género *Cupania* descriptas para Argentina son: *Cupania latifolioides* Berry, que es conocida para la flora de Lota coronel (Engelhardt, 1891; Berry, 1925a), para la flora de Laguna del Hunco (Berry, 1925a, Traverso, 1951), que presenta un diente por secundaria, secundarias curvadas, sin ramificación, margen basal sin dientes, que nada tienen en común con SA043. *Cupania incerta* Berry, es conocida para la flora de Laguna del Hunco (Berry, 1925a). *Cupania patagonica* Berry es conocida para la flora de Pichileufu y para la flora de Laguna del Hunco (Berry, 1938; Traverso, 1951). *Cupania vernaliformis* Berry es conocida para la flora de Laguna del Hunco (Berry, 1925a; Traverso, 1951). Para el Cretácico superior en la flora de Cerro Guido, Hünicken (1995) determina *Cupania* sp., debido a la semejanza con *C. latifolioides*, pero sus caracteres son totalmente diferentes a SA043. *Cupania romeroii* Troncoso, es una especie conocida para la flora del Eoceno de Quinamavida (Troncoso, 1992), la cual es una forma elíptica angosta sin los caracteres de venación y dientes de SA043.

En base a la observación de ejemplares de herbario de especies actuales del género *Cupania*, no se ha podido observar un patrón de venación secundaria ni una forma y desarrollo tal de los dientes como en el morfotipo SA043.

Dentro de las Cunoniaceae actuales, el morfotipo SA043 encuentra semejanza con folíolos del género *Weinmannia* (e.g. *Weinmannia latifolia*, *Weinmannia crassifolia*, *Weinmannia balbusuana*), por lo que, en un futuro cercano, se pretende realizar una revisión de la especie *Cupania grosse-*

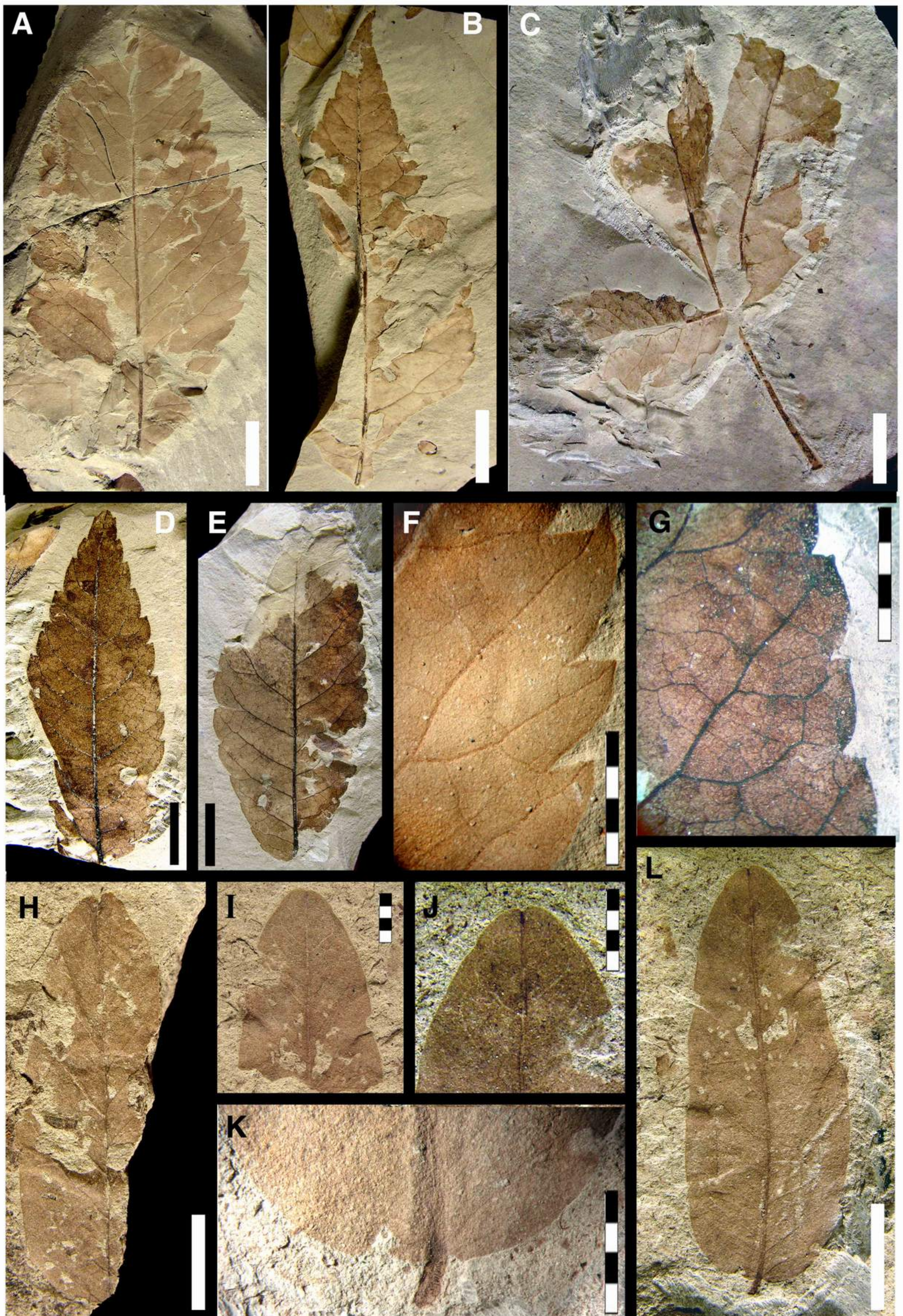


Lámina IX-20. A-G: Morfotipo SA043. A_ MEF-PB-2036 (PL2-73); B_ PL2-83; C_ PL2-714; D_ PL2-1355; E_ PL2-321; F_ Detalle de venación y diente de A; G_ Detalle de venación y diente de E. H-L: Morfotipo SA045. H_ PL1-24; I_ PL1-53, impronta; J_ Detalle de ápice de L; K_ Detalle de base de L; L_ MEF-PB-2038 (PL1-53), contraimpronta. Escala entera= 1 cm. Escala rayada en milímetros.

serrata, y la asignación sistemática del morfotipo SA043 incluyendo caracteres cuticulares que presentan numerosas muestras de la Formación Salamanca.

19. Morfotipo SA044

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2037 (PL1-980)

Accesorio: PL1-596

Lámina IX-19: Figuras J-O: Morfotipo SA044. J_ PL1-776; K_ MEF-PB-2037 (PL1-980); L_ PL1-596; M_ PL1-304; N_ detalle de la base asimétrica en PL1-631; O_ detalle de venación y crenas en K.

Lámina IX-21: Figuras H-I: Morfotipo SA044. H_ Dibujo digital de venación en dientes de PL1-980; I_ Fotografía de detalle de diente con cápsula glandular en PL1-980

Descripción:

- **Hoja** ovada, asimétrica en la base por forma y/o por inserción. Tamaño notófilo a micrófilo, mayormente micrófilo. Variable en forma, mayormente elíptica ancha o elongada. **Margen** crenado o dentado, con **dientes** muy pequeños (del orden de 1-0,5 mm. de largo), glandulares, en ocasiones con una cápsula en forma triangular asociada a la vena principal. Senos redondeados o agudos. Dos o tres dientes por centímetro. Dientes muy asimétricos, de forma convexa/retroflexa o cóncavo/retroflexa. Una vena secundaria en dirección al seno se bifurca y emite una rama que inerva el ápice del diente medialmente o corre cerca del flanco apical en dientes mayores. Vena accesoria corre cercana al flanco basal, conformada por venas terciarias y *loops* de la rama apical de la bifurcación de la secundaria infrayacente. **Base** de ángulo agudo y forma decurrente o convexa. **Ápice** de ángulo agudo y forma cuneada. **Venación primaria** pinnada, con una vena media fuerte de recorrido suavemente curvo. **Venación secundaria** craspedódroma, con numerosas secundarias de grosor moderado, de recorrido curvo homogéneo, mayormente sin ramificar. Se dirigen al diente por el flanco apical alcanzando el seno. En hojas anchas y grandes, pueden generar arcos broquidódromos aislados. Secundarias con espaciado incrementándose en la zona media de la hoja. Secundarias con un ángulo de salida incrementándose suavemente hacia la base. **Venas terciarias** con patrón percurrente opuesto o mixto, de curso sinuoso, algo débiles, perpendiculares a la vena primaria, uniformes. **Venas de cuarto orden** con patrón reticulado poligonal regular. **Venas de quinto orden** con patrón reticulado poligonal regular. **Venas de sexto orden** con patrón reticulado poligonal regular. **Areolación** moderadamente desarrollada.

Materiales:

PL1- 14, 16, 27, 67, 73, 74, 128, 162, 163, 185, 190, 200, 231, 287, 304, 349, 370, 388, 412, 427, 436, 442, 446, 459, 461, 465, 475, 486, 505, 517, 530, 531, 548, 563, 596, 631, 659, 666, 667, 728, 776, 858, 883, 885, 887, 900, 911, 912, 917, 960, 980, 1031, 1038, 1047, 1066, 1085, 1115, 1131, 1132, 1142, 1143.

PL2- 103, 328, 451, 576, 609, 703, 802, 890, 920, 1002, 1013, 1521.

OR2- 116, 158, 159.

Observaciones:

Los caracteres arquitecturales disímiles que presentan formas foliares de distinto tamaño, y la asimetría de la base, pueden estar denotando el origen compuesto para este morfotipo foliar. La textura cartácea opaca que siempre preserva, estaría indicando una textura fuerte para la hoja, generalizada en las dicotiledóneas leñosas.

Los dientes son de tipo platanoideo o salicoideo (Hickey y Wolfe, 1975), que estarían indicando semejanzas con familias dentro de las Hamamelidae o Salicaceae (Hickey y Wolfe, 1975).

El morfotipo SA044, posee caracteres arquitecturales poco satisfactorios para una asignación sistemática certera. Formas foliares de tamaño pequeño tienden a desarrollar caracteres arquitecturales muy semejantes en muchas familias.

20. Morfotipo SA045, Fabaceae sp.

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2038 (PL1-53)

Lámina IX-20: Figuras H-L: Morfotipo SA045. H_ PL1-24; I_ PL1-53, impronta; J_ detalle de ápice de L; K_ Detalle de base de L; L_ MEF-PB-2038 (PL1-53), contraimpronta.

Lámina IX-21: Figura K: Dibujo bajo cámara clara de Morfotipo SA045, MPEF-PB-2038 (PL1-53).

Descripción:

- **Folíolo**, simétrico o levemente asimétrico en la base, de tamaño micrófilo, de hasta 4,5 cm. de largo por 2 cm. de ancho. Relación largo / ancho= 2,5-2. **Forma** levemente ovada, ancha. **Margen** entero. **Base** de ángulo agudo, forma redondeada. **Pecíolo** pulvinado, corto, marginal. Tres venas basales, dos de ellas muy débiles corriendo cerca del margen. **Ápice** de ángulo agudo y forma convexa o retusa. Termina en ángulo con la vena media llegando al margen. **Venación primaria** pinnada, con una vena media fuerte de recorrido suavemente curvo, llega con cierta fuerza al ápice foliar. **Venación secundaria** levemente broquidódroma. 7 a 11 pares de secundarias de grosor débil, curvadas uniformemente, con recorrido paralelos al margen por un corto tramo, y uniéndose a la

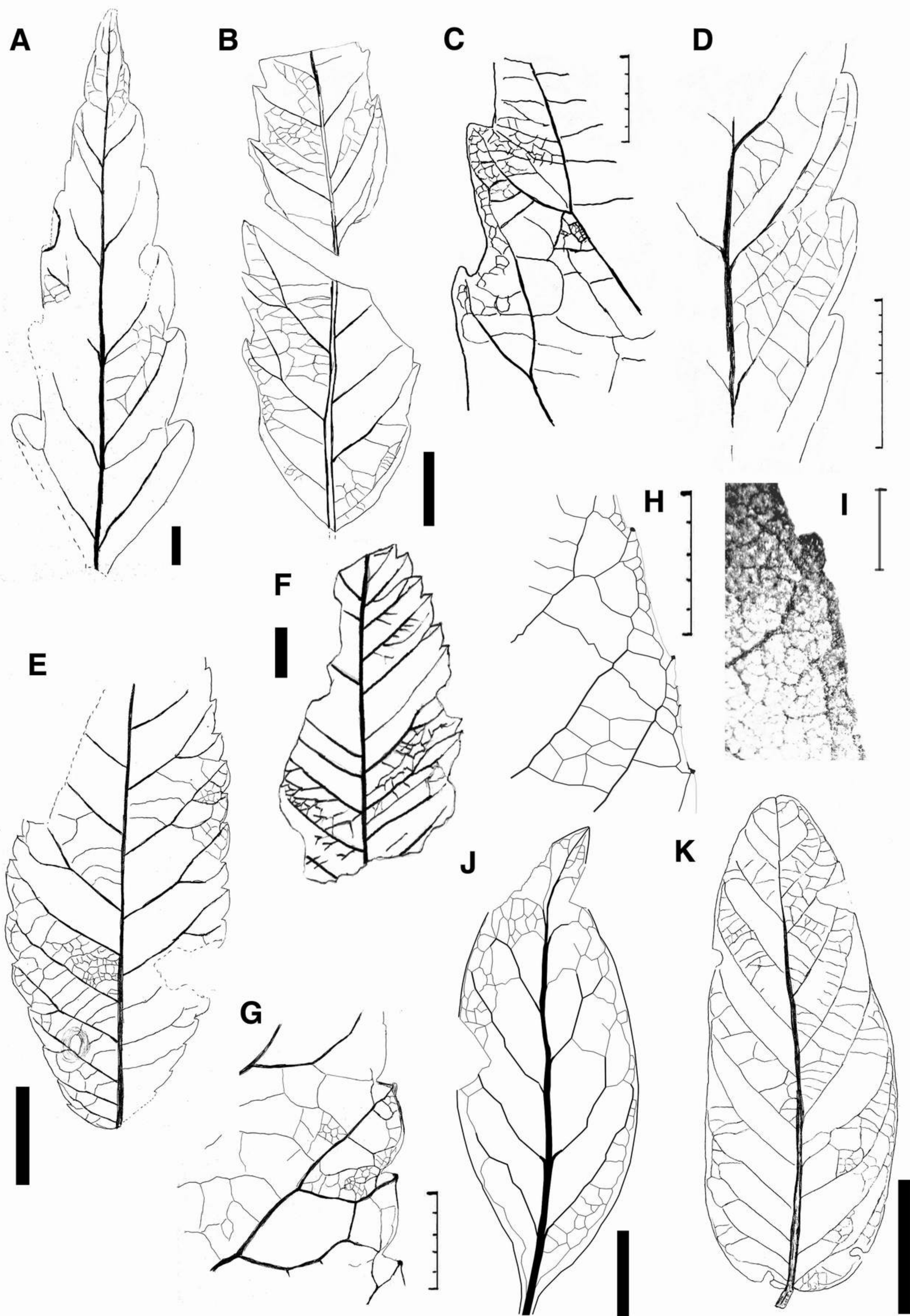


Lámina IX-21. Fig. A-D Morfotipo SA042 "*Fagophyllum*" *dusei* Berry, 1937a, Dibujos bajo cámara clara (Dbcc): A_ PL1-1105; B_ OR1-22; C_ Detalle de venación en el diente de B; D_ PL1-1105. Fig. E-G Morfotipo SA043. E_ Dbcc de PL2-321; F_ Dbcc de SA-UBA; G_ Detalle de venación en el diente de E. Fig. H-I Morfotipo SA044. H_ Dibujo digital de venación en dientes de PL1-980; I_ Fotografía de detalle de diente con cápsula glandular en PL1-980. Fig. J: Morfotipo SA046, *Laurophyllum* (*Nectandra*) *chubutensis* Berry, 1937a, MEF-PB-2039 (PL1-852). Fig. K: Morfotipo SA045, Dbcc de PL1-53. Escala entera= 1 cm. Escala delgada en milímetros.

suprayacente por venas terciarias. Dos o cuatro venas secundarias basales con mayor ángulo de salida. Ángulo de secundarias incrementándose hacia la base. Espaciado de secundarias disminuyendo levemente hacia la base. Sin intersecundarias. **Venas terciarias** con patrón percurrente mixto opuesto/alternó, perpendiculares a la primaria y secundarias, de grosor débil y curso recto. Ángulo de terciarias decreciendo hacia la base. **Venación última** marginal ojalada.

Materiales:

PL1- 24, 53, 336, 873.

Observaciones:

Las características del pecíolo pulvinado, venación levemente broquidódroma con secundarias corriendo paralelas al margen y forma retusa del ápice, afirman la asignación de este morfotipo foliar dentro de la Familia Fabaceae.

Desgraciadamente, las muestras no presentan buena preservación de caracteres de mayor detalle de venación, como así tampoco buena definición de los rasgos del pulvínulo y/o cutícula.

Folíolos de tamaño micrófilo, forma levemente ovada, pulvínulo no muy desarrollado, corto, base redondeada, ápice del tipo convexo o retuso, y venación secundaria muy débil, con 7 a 11 pares de venas secundarias, pueden ser encontradas dentro del género *Tipuana* (Subfamilia Papilionoideae), pero su asignación debe constarse con una mayor comparación de las formas foliares de la Familia Fabaceae y/o ejemplares fósiles más completos (folíolos en conexión).

Anzótegui (2006), reconoce las especies *Tipuana tipu* y *Desmodium cf. ascendens*, en sedimentos del Mioceno en Catamarca, cuyos ejemplares presentan semejanzas con el morfotipo SA045.

21. Morfotipo SA046, *Laurophyllum (Nectandra) chubutensis* Berry, 1937

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2039 (PL1-852)

Accesorio: PL1-328

Lámina IX-22: Figuras A-F: Morfotipo SA046, *Laurophyllum (Nectandra) chubutensis* Berry 1937. A_ MEF-PB-2039 (PL1-852); B_ Detalle de venación en A; C_ PL1-381; D_ PL1-354; E_ PL1-327; F_ PL1-243.

Lámina IX-21: Figura J: Morfotipo SA046, *Laurophyllum (Nectandra) chubutensis* Berry 1937. Dibujo digital de MPEF-PB-2039 (PL1-852).

Descripción:

- **Hojas** simétricas, notófilas a micrófilas, mayormente micrófilas, de hasta 9,5 cm. de largo por 2,5 cm. de ancho. De relación largo/ancho= 4. **Forma** elíptica u ovada. **Margen** entero, con vena fimbrial o con gruesa cutícula en el margen. **Base** aguda, decurrente, extendiéndose en el pecíolo. Pecíolo fuerte, ensanchado distalmente. **Ápice** agudo, de forma recta o retusa (en formas obovadas). **Venación primaria** pinnada, con una vena media fuerte de curso recto, algo curvo. **Venación secundaria** reticulódroma o levemente broquidódroma, con venas secundarias de curso sinuoso que se ramifican varias veces, variables en curso, aunque uniformes en la salida desde la vena primaria y en su espaciado. Intersecundarias débiles, dispuestas con mayor ángulo que las secundarias. **Venas terciarias** con patrón reticulado al azar, con ángulos variables con respecto a la primaria, ángulos obtusos en la base y decreciendo exmedialmente. **Venas de cuarto orden** con patrón reticulado al azar. **Venas de quinto orden** con patrón reticulado al azar, a veces ramificado y decurrente. **Areolación** bien desarrollada.

Materiales:

PL1- 38, 68, 78, 87, 89, 122, 123, 135, 189, 197, 211, 224, 226, 243, 255, 311, 327, 354, 381, 405, 489, 491, 498, 501, 512, 538, 546, 550, 595, 643, 650, 662, 671, 680, 686, 725, 754, 759, 837, 852, 862, 880, 881, 970, 973, 994, 996, 1023, 1040, 1046, 1060, 1083, 1140, 1173, 1185, 1186.

PL2- 390, 560, 748, 782, 857, 1207, 1466, 1694.

OR2- 36.

Observaciones:

Se diferencian de las otras formas “lauroideas” de margen entero (morfotipos SA010, SA056 y SA063) por presentar secundarias con ángulos de salida menor, no presentan venas agrópicas o basales agudas, y presentar vena fimbrial y un *rank* foliar 2r bajo.

Los caracteres arquitecturales de margen entero con vena fimbrial o con gruesa cutícula, venación primaria pinnada, venación secundaria broquidódroma, venación terciaria y hasta de quinto orden bien desarrollada, vena media fuerte, asignarían al morfotipo SA046 a formas foliares relacionadas al Orden Laurales.

En base a la comparación de el ejemplar tipo de la especie *Laurophyllum (Nectandra) chubutensis* Berry (ejemplar USNM-208530) descripta para la localidad de Cerro Funes-Palacio de los Loros (Berry, 1937a), con el morfotipo SA046, es posible reconocer que se trata de la misma especie foliar. La diagnosis de la especie es muy escueta, no obstante el morfotipo SA046 y el ejemplar tipo de *L. (Nectandra) chubutensis* poseen características arquitecturales propias que las distinguen de otras formas foliares de la flora. Por lo anterior, se concluye que es necesaria una revisión de la descripción original y enmienda formal de la especie descripta por Berry.

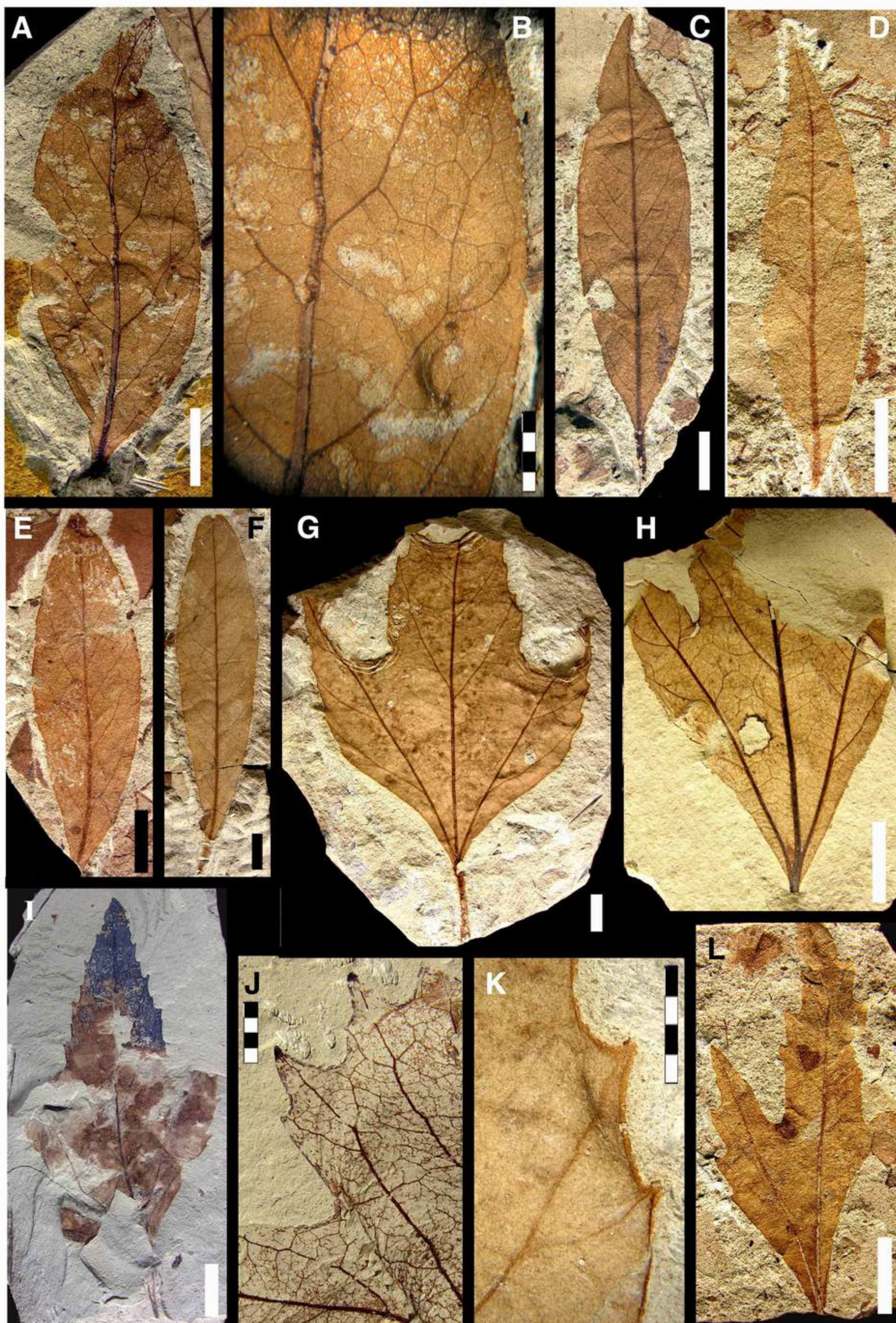


Lámina IX-22. Fig. A-F: Morfotipo SA046, *Laurophyllum* (*Nectandra*) *chubutensis* Berry 1937a. A_ MEF-PB-2039 (PL1-852); B_ Detalle de venación en A; C_ PL1-381; D_ PL1-354; E_ PL1-327; F_ PL1-243. Fig. G-L: Morfotipo SA047. G_ MEF-PB-2040 (PL2-1506); H_ PL2-1341; I_ PL2-1261; J_ Detalle de dientes y venación en PL2-1472; K_ Detalle de dientes y venación intramarginal en G; L_ PL1-110. Escala entera= 1 cm. Escala rayada en milímetros.

22. Morfotipo SA047, “trilobada dentada”

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2040 (PL2-1506)

Lámina IX-22: Figuras G-L: Morfotipo SA047. G_ MEF-PB-2040 (PL2-1506); H_ PL2-1341; I_ PL2-1261; J_ Detalle de dientes y venación en PL2-1472; K_ Detalle de dientes y venación intramarginal en G; L_ PL1-110.

Lámina IX-23: Figura A, Morfotipo SA047. Dibujo digital de MPEF-PB-2040 (PL2-1506).

Descripción:

- **Hojas** nanófilas a mesófilas, mayormente notófilas, de hasta 9 cm. de largo por 6,4 cm. de ancho. De relación largo/ancho=1. **Forma** elíptica en línea externa, simétrica, trilobada, con senos redondeados. Los ápices de los lóbulos terminan en un diente espinoso acuminado. **Margen** dentado. **Dientes** asimétricos simples, espinosos, espaciados 1 por cm., de forma curvada, cóncava/retroflexa y senos redondeados. Inervados sólo por una vena medial y por la vena fimbrial gruesa, sin venación accesoria. En ocasiones presentan una glándula opaca en el ápice, directamente sobre la vena principal. **Base** aguda, de forma decurrente, con tres venas basales. Pecíolo largo y fuerte, ensanchado distalmente, de 2,5 cm. de largo por 2 mm. de ancho. **Ápice** de ángulo-general obtuso y forma recta o cóncava. **Venación primaria** acródroma basal, con tres venas primarias de recorrido recto. Las laterales agrópicas fuertes, salen con ángulos cercanos a los 30°. **Venación secundaria** craspedódroma. Secundarias característicamente escasas, espaciadas cada 1,5 – 2 cm., con ángulos agudos, de recorrido suavemente curvo, inervan el seno supradacente del diente. Son fuertes y decurrentes, generan ramificaciones basípetas que inervan los dientes, al igual que las ramificaciones de las agrópicas. Espaciamiento de secundarias incrementándose hacia la base. Venas agrópicas simples, correspondientes a las primarias laterales. Sin venas intersecundarias, sin venas abrazadoras de senos. **Venas de tercer orden** con patrón percurrente irregular, se disponen perpendiculares a las venas primarias, con recorrido convexo y ángulos inconsistentes (*rank* 3r). **Venación de cuarto orden** con un reticulado regular poligonal. **Venación de quinto orden** con un reticulado regular poligonal. **Venación última** marginal por medio de una vena fimbrial fuerte en toda la lámina.

Materiales:

PL1- 61, 94, 110, 121, 178, 192, 266, 284, 361, 585, 602, 684, 762, 784, 886, 959, 1099, 1172.

PL2- 43, 98, 146, 149, 162, 220, 234, 268, 286, 362, 364, 381, 406, 422, 581, 672, 681, 687, 740, 749, 764, 823, 858, 1093, 1102, 1121, 1154, 1172, 1261, 1341, 1400, 1408, 1413, 1445, 1459, 1472, 1503, 1506.

OR2- 126; **LF-** 5

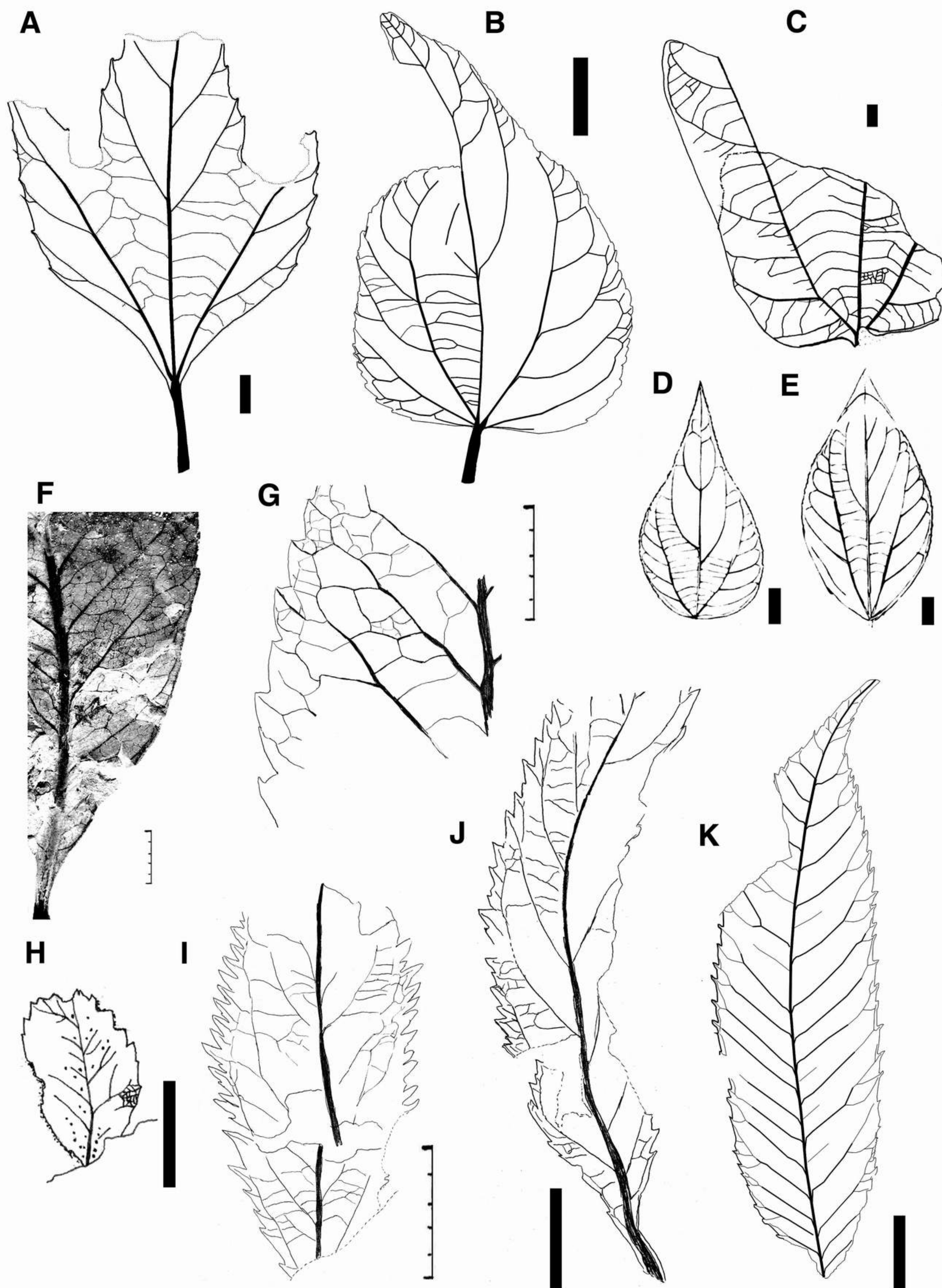


Lámina IX-23. Fig. A: Morfotipo SA047, Dibujo digital de PL2-1506. Fig. B-E: Morfotipo SA048. B_ Dibujo digital de PL2-603; C_ Dibujo mano alzada de PL-UBA; D_ USNM-201953 "*Banaraphyllum*" *ovatum* Berry, 1937a (Plate IX, Fig.1); Fig. E_ USNM-208529 "*Ziziphus chubutensis*" Berry, 1937a (Plate IX, Fig.2). Fig. F-H: Morfotipo SA049, *Myrica premira* Berry, 1937a. F_ Fotografía de detalle de venación y crenas en PL2-657; G_ Dibujo digital de detalle de venación en dientes de PL2-38; H_ Dibujo mano alzada de SA-UBA. Fig. I-J: Morfotipo SA051. I_ Dibujo bajo cámara clara (Dbcc) de PL2-50; J_ Dbcc de PL2-11. Fig. K: Morfotipo SA052, Dibujo digital de PL1-1124. Escala entera= 1 cm. Escala delgada en milímetros.

Observaciones:

Los dientes presentes en el morfotipo SA047 son de tipo espinoso, con una vena media fuerte proyectándose fuera del margen foliar, sin venación accesoria más que una intramarginal; posible reconocer en las Hamamelidales (Hickey y Wolfe, 1975). En ciertos casos los dientes poseen glándulas opacas en una terminación algo redondeadas (Figura J, Lámina IX-22) que pueden asignarse a dientes de tipo platanoideo (Hickey y Wolfe, *op. cit.*). La presencia de pecíolos muy extendidos con ensanchamientos proximales también indicaría una asignación con Hamamelidales caducifolias.

Hasta el momento no se han registrado formas fósiles semejantes al morfotipo SA047 en Sudamérica. Sin embargo para el Paleoceno del Hemisferio Norte, formas muy semejantes han sido descritas como *Platanites*, asociadas a estructuras reproductivas de Hamamelidales.

23. Morfotipo SA048, “*Banaraphyllum*” ovatum Berry, 1937a

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2041 (PL2-603)

Lámina IX-23: Figuras B-E: Morfotipo SA048, “*Banaraphyllum*” ovatum Berry, 1937a. B_ Dibujo digital de MPEF-PB-2041 PL2-(603); C_ Dibujo a mano alzada de PL-UBA-M6; D_ “*Banaraphyllum*” ovatum Berry (1937a, ejemplar USNM-201953, Plate 9, Fig. 1); E_ “*Ziziphus chubutensis*” Berry (1937a, ejemplar USNM-208529, Plate 9, Fig. 2).

Lámina IX-24: Figuras A-G: Morfotipo SA048, “*Banaraphyllum*” ovatum Berry, 1937a. A_ 2 “*Banaraphyllum*” ovatum USNM-201953 (Berry, 1937a); B_ “*Ziziphus chubutensis*” USNM-208529 (Berry, 1937a); C_ PL1-277; D_ MPEF-PB-2041(PL2-603); E_ Detalle de dientes en D; F_ Detalle de base en PL1-861; G_ PL1-925.

Descripción:

Hoja simétrica, nanófila a mesófila, mayormente notófila, de hasta 19,5 cm. de largo por 7 cm. de ancho. Relación largo/ancho= 2-1,8. **Forma** ovada ancha. **Margen** crenado, con **dientes** asimétricos a veces con una pequeña glándula apical, regularmente espaciados, en número de 5-7 por cm. y 4-5 por secundaria. Inervados por una secundaria o ramificación de ésta, que penetra por el flanco apical del diente y se dirige al ápice. Esta vena puede generar ramificaciones que inervan los flancos del diente. **Ápice** de ángulo agudo y forma convexa, recta o levemente acuminada. **Base** de ángulo obtuso, de forma redondeada, truncada o cóncavo-convexa. Con cinco venas basales: una vena medial y dos venas laterales agrópicas de ángulo agudo y dos venas de ángulo basal obtuso, débiles, en ocasiones también agrópicas. **Pecíolo** fuerte de 2-3 cm. **Venación primaria** actinódroma basal. **Venación**

secundaria craspedódroma. Secundarias con recorrido curvo uniforme, se ramifican basalmente cerca del margen e inervan las crenas. Poseen base decurrente, ángulo de salida homogéneo y espaciamiento incrementando hacia la base. Las secundarias son escasas, con 3-4 pares curvadas apicalmente. Venas agrópicas de tipo compuesto. **Venas de tercer orden** con patrón percurrente opuesto, de curso convexo o sinuoso, de grosor delgado y de disposición densa. Ángulos de terciarias homogéneos, levemente incrementando exmedialmente. **Venas de cuarto orden** muy delgadas con patrón percurrente alterno. **Venación última** marginal formada por *loops* incompletos.

Materiales:

PL1- 15, 25, 37, 66, 108, 114, 141, 154, 169, 225, 227, 235, 236, 262, 268, 269, 275, 306, 308, 310, 323, 330, 338, 339, 397, 398, 411, 418, 420, 422, 430, 432, 434, 437, 453, 460, 474, 478, 495, 524, 537, 556, 557, 572, 579, 591, 598, 601, 603, 612, 621, 622, 636, 644, 646, 652, 663, 668, 681, 687, 694, 704, 741, 747, 755, 761, 770, 792, 824, 828, 848, 849, 851, 857, 861, 901, 919, 925, 927, 934, 962, 967, 975, 988, 990, 997, 998, 999, 1014, 1018, 1022, 1027, 1029, 1033, 1065, 1068, 1073, 1082, 1106, 1120, 1126, 1172, 1180, 1187.

PL2- 27, 533, 577, 603, 1235, 1258, 1428.

OR2- 128. ; **LF-** 87, 161.

Observaciones:

El morfotipo SA048, difiere claramente del morfotipos SA009 y de “*Cissites*” *patagonica* Berry 1937a por poseer venas agrópicas compuestas, secundarias muy escasas, dientes muy diferentes, no ser lobada, venas terciarias percurrentes opuestas, secundarias se ramifican sólo basalmente.

Berry (1937a) funda las especies *Banaraphyllum ovatum* y *Ziziphus chubutensis*, en base a dos ejemplares incompletos, aunque con buena preservación, que son comparables con el morfotipo SA048. Berry (1937a) emplaza los ejemplares en diferentes géneros y los relaciona a diferentes familias, aunque no existen diferencias marcadas entre sus descripciones originales. En resumen las diferencias marcadas son:

	“ <i>Ziziphus chubutensis</i> ”	“ <i>Banaraphyllum</i> ” <i>ovatum</i>
Tamaño	Moderado 7,5 x 4,25	Medio 7 x 3,75
Forma	subelíptico	ovado
Ápice	convexo? (ausente)	extendido
Base	Convexa	Redondeada
Margen	Con crenas muy pequeñas	Con crenas pequeñas,

	muy cercanas en espaciamiento	cercanas y uniformemente espaciadas
Venación primaria	Actinódroma	Actinódroma
Venas secundarias	Escasas, curvadas Delgadas, mayormente	Escasas, curvadas Delgadas, densas y de
Venas terciarias	simples y de disposición transversal.	recorrido percurrente transversal.
Pecíolo	¿Fuerte? (no preservado)	(no preservado)
Textura	Subcoriacea	-¿?

Con una colección más amplia de 110 ejemplares relevados en esta tesis, para todas las localidades y niveles, incluyendo la localidad y, probablemente el yacimiento, de donde proceden las especies definidas por Berry, puede observarse que los caracteres de tamaño, forma externa, forma y ángulo de base y textura son variables en los diversos ejemplares y no pueden constituir extremos de formas foliares. Los caracteres de ápice, venación primaria y secundaria y terciaria, pecíolo y textura son homogéneos. Por tanto se cree conveniente agrupar las dos especies en una única, con leves variaciones morfológicas y aún así con características propias y muy diferentes de otras formas foliares de la Formación Salamanca.

Berry (1937a) relaciona *Ziziphus chubutensis* a la Familia Rhamnaceae y a *Banaraphyllum ovatum* con las Flacuortiaceae. La Familia Rhamnaceae tiene un tipo de venación básicamente pinnado, con venas terciarias percurrentes cercanas (Hickey y Wolfe, 1975). Aunque se pueden reconocer hojas actinódromas en la Tribu Gonanieae, e imperfectamente acródomas en unos pocos géneros en las tribus Rhamneae y Zizypheae. En la Tribu Rhamneae, las hojas pinnadas están ligeramente modificadas ya que poseen dos venas secundarias basales muy desarrolladas. En la Tribu Zizipheae los géneros *Paliurus* y *Ziziphus*, poseen venación acródoma que tienen un par de secundarias basales fuertes curvadas hacia el ápice, con secundarias sólo en la mitad apical de la lámina, similar a lo que ocurren en la forma fósil. Pero *Paliurus* posee venas de tercer orden muy cercanas y las secundarias son de recorrido recto y emergen en ángulo agudo. *Ziziphus* se asemeja más a SA048, difiriendo principalmente por tener las venas terciarias muy cercanas. Estos géneros, poseen formas foliares de margen liso o con pequeños dientes de tipo cunonioide.

Patrones de venación que asemejan a este tipo foliar, en general, también se han encontrado dentro de las familias Euphorbiaceae, Elaeocarpaceae, Tiliaceae, Violaceae, Bixaceae, Prockieae y Flacuortiaceae.

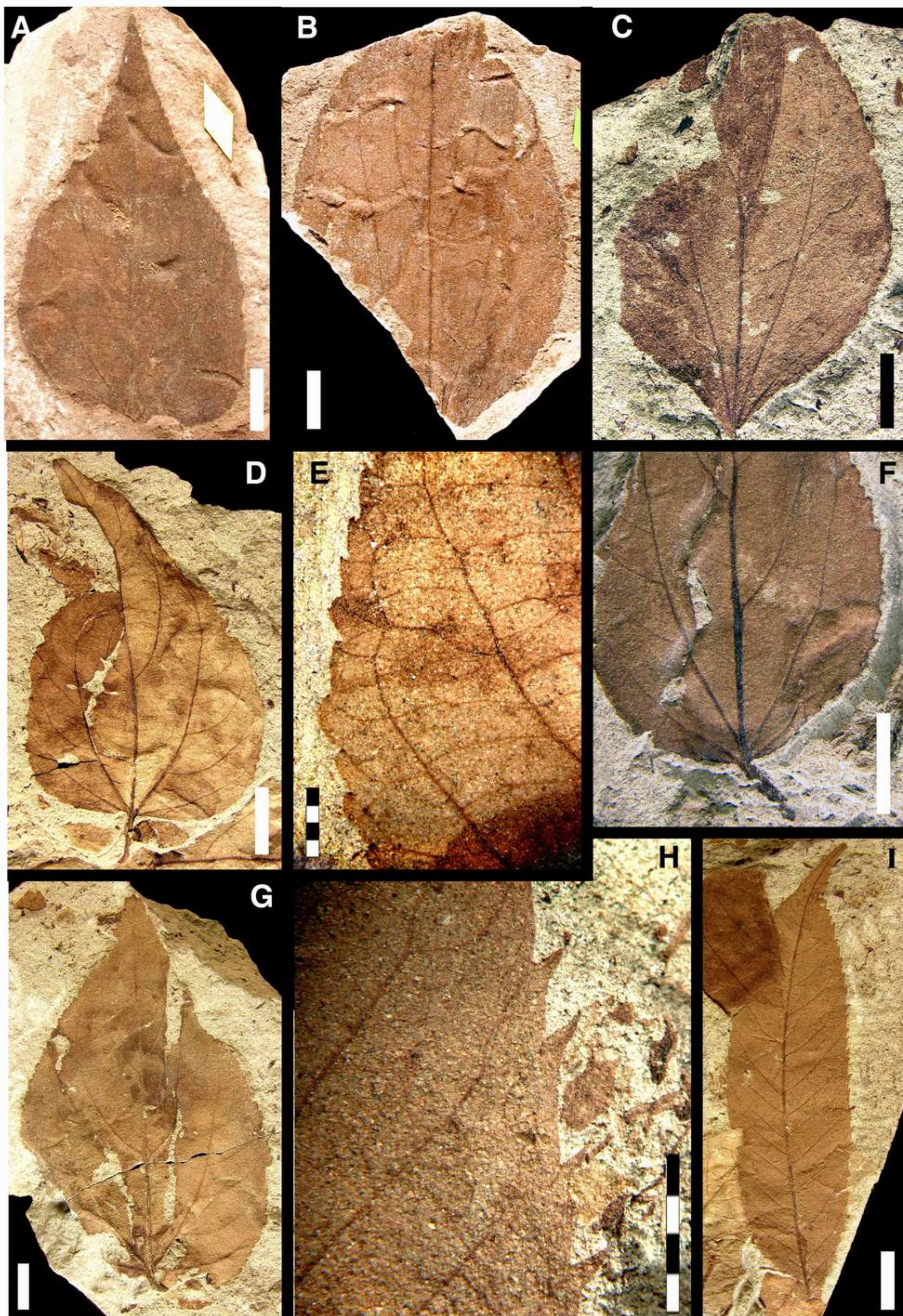


Lámina IX-24. Fig. A-G: Morfotipo SA048. A_ USNM-201953 "*Banaraphyllum*" *ovatum* (Berry, 1937a); B_ USNM-208529 "*Ziziphus chubutensis*" Berry, 1937a; C_ PL1-277; D_ MPEF-PB-2041(PL2-603); E_ Detalle de dientes en D; F_ Detalle de base en PL1-861; G_ PL1-925. Fig. H-I: Morfotipo SA052. H_ Detalle de dientes y venación en I; I_ MPEF-PB-2044 (PL2-1341). Escala entera= 1 cm. Escala rayada en milímetros.

Patrones arquitecturales similares a SA048 en cuanto a forma, distribución y curso de secundarias, venación primaria y terciaria, se observan en la familia Flacuortiaceae, en géneros como *Scolopia*, *Banara*, *Idesia*, *Polythyrasis*, *Lunaria*, *Prockia*, *Pluranthodendron*, *Neospurea*, *Hosseltia*. También se estableció similaridad en esos caracteres, dentro de la familia Euphorbiaceae, ya que aunque presentan hojas de tipos muy variados los géneros *Argythamnia*, *Croton* y *Juleocroton* muestran patrones arquitecturales, dientes semejantes, e igual en número que en SA048, también suelen presentar venas terciarias similares y una glándula apical.

24. SA049, *Myrica premira* Berry, 1937a

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2042 (PL2-38)

Accesorios: PL2-1260 y PL1-234

Lámina IX-23: Figuras F-H: Morfotipo SA049 *Myrica premira* Berry 1937a. F_ Fotografía de detalle de venación y crenas en PL - ; G_ Dibujo digital de detalle de venación en dientes de MPEF-PB-2042 (PL2-38); H_ Dibujo mano alzada de SA-UBA.

Lámina IX-25: Figuras A-K: Morfotipo SA049, *Myrica premira* Berry 1937a: A_ USNM 201963; B_ Detalle de diente en A; C_ USNM 201964; D_ MPEF-PB-2042 (PL2-38), E_ PL1-234; F_ PL2-1260; G_ Detalle de pequeñas crenas en E; H_ Detalle de venación de alto orden en E; I_ PL1-624; J_ PL1-516; K_ PL1-1004.

Descripción:

- **Hojas** simétricas o levemente asimétricas en la forma de la base. Nanófilas a notófilas, mayormente micrófilas, de hasta 12 cm. de largo por 4,3 cm. de ancho. Relación largo/ancho muy variable, generalmente son angostas (>2). Muy variables en **forma**, mayormente obovadas o elípticas. **Margen** grueso robusto, mayormente crenado, con desarrollo mayor de los dientes en la porción apical llegando a desarrollar dientes fuertes. En muchos ejemplares ocurren muy pequeñas crenas irregularmente espaciadas en un margen prácticamente entero. Los **dientes** son simples, generalmente pequeños aunque pueden llegar a los 2 mm. Las crenas o dientes son invados por una vena independiente de las secundarias, que alcanzan el seno suprayacente o entran al diente por el flanco apical. Puede ocurrir una vena accesoria que corre cerca del flanco basal. **Base** característicamente decurrente de ángulo agudo. Presenta una única vena basal y un pecíolo fuerte suavemente curvo. **Ápice** de ángulo agudo y forma convexa, cuneada o redondeada. **Venación primaria** pinnada, con una vena media fuerte de recorrido recto que llega al ápice sin ramificarse. **Venación secundaria** semicraspedódroma o festoneado-semicraspedódroma y en ocasiones craspedódroma en la base.

Secundarias numerosas y débiles, de recorrido sinuoso, en ocasiones bifurcadas en la porción apical. Poseen un bajo grado de organización, con ángulos de salida y espaciamiento muy irregular. Generan *loops* a diferentes alturas. Intersecundarias fuertes similares a secundarias. **Venas terciarias** con patrón reticulado al azar, en ocasiones percurrentes irregulares. Con patrón de ángulos inconsistente. Curso curvo mixto (cóncavo, convexo y sinuoso). **Venación de cuarto orden** con patrón reticulado poligonal irregular. **Venación de quinto orden** de tipo dicotomizado. **Areolación** pobremente desarrollada. **Venación libre** FEVS ramificadas una vez. **Venación última** marginal ojalada.

Materiales:

PL1-83, 191, 234, 300, 469, 479, 484, 516, 624, 743, 752, 772, 889, 1004, 1063.

PL2-1, 8, 14, 19, 20, 21, 26, 28, 29, 30, 31, 36, 38, 40, 46, 47, 60, 63, 65, 69, 81, 88, 90, 101, 107, 108, 116, 125, 138, 142, 144, 145, 148, 150, 151, 159, 161, 165, 166, 168, 178, 182, 184, 186, 188, 190, 191, 195, 198, 199, 202, 219, 221, 222, 224, 225, 226, 227, 231, 235, 238, 247, 252, 258, 265, 271, 281, 284, 288, 292, 298, 299, 306, 307, 308, 309, 310, 315, 316, 318, 323, 330, 332, 333, 337, 339, 346, 348, 352, 353, 354, 358, 359, 371, 378, 382, 386, 392, 397, 405, 406, 412, 417, 421, 425, 425, 426, 434, 437, 439, 445, 449, 453, 454, 460, 471, 479, 519, 521, 522, 537, 550, 551, 552, 555, 572, 577, 585, 590, 595, 600, 601, 606, 607, 609, 610, 618, 624, 627, 633, 633, 634, 639, 656, 657, 664, 668, 669, 671, 673, 674, 678, 680, 694, 701, 704, 705, 706, 707, 709, 717, 718, 726, 727, 729, 733, 734, 736, 744, 750, 759, 761, 769, 776, 778, 779, 780, 787, 795, 812, 815, 825, 831, 831, 832, 844, 854, 871, 874, 875, 876, 881, 889, 892, 896, 915, 918, 920, 921, 933, 937, 939, 943, 964, 966, 979, 983, 1001, 1009, 1010, 1022, 1023, 1034, 1042, 1047, 1050, 1054, 1056, 1062, 1068, 1069, 1070, 1072, 1079, 1116, 1159, 1169, 1170, 1173, 1178, 1179, 1185, 1194, 1197, 1260, 1273, 1282, 1285, 1291, 1295, 1298, 1302, 1305, 1314, 1316, 1318, 1319, 1328, 1329, 1335, 1337, 1338, 1343, 1348, 1354, 1356, 1357, 1365, 1372, 1380, 1381, 1391, 1393, 1398, 1404, 1419, 1422, 1423, 1438, 1453, 1456, 1508.

Observaciones:

Se trata de un morfotipo foliar que, aunque posee una gran variación en muchos de sus caracteres arquitecturales, es claramente distinguible de otros tipos foliares de la Formación Salamanca. Presenta alta variabilidad en la forma, en el desarrollo de la dentición del margen, llegando a ser casi de margen entero salvo por la presencia de pequeñas crenas muy aisladas en su margen. También presenta variabilidad en el tipo de venación secundaria, aunque caracterizándose por ser desorganizada y de bajo *rank* foliar.

Los caracteres más conspicuos y que caracterizan a este morfotipo son: tamaño micrófilo, mayormente de formas obovadas o elípticas, base decurrente de ángulo agudo, margen crenado o dentado, dientes o crenas simples inervados por una vena independiente de la secundaria, venación

secundaria semicraspedódroma o variaciones de ésta, *rank* foliar 2r, venas de quinto orden dicotomizadas.

Otro carácter muy conspicuo, aunque ajeno a caracteres propios de la planta, es la muy frecuente presencia de marcas de picaduras de insectos (*piercing and sucking*) que presentan a modo de pequeños puntos de alta densidad en ciertas zonas de la lámina. Este tipo de acción, generalmente deja una pequeña depresión alrededor del punto de penetración, aparentemente debida al vaciamiento del líquido del mesófilo (C. Labandeira, comunicación epistolar), que estaría indicando la presencia de succulencia, para este morfotipo foliar.

El ejemplar tipo USNM 201962 (Lámina IX-23, Figura C, en esta tesis) de *Myrica premira* Berry descrito para los estratos de la misma localidad que la presente tesis, difiere de SA005 en poseer venación acródroma, venas secundarias fuertes curvadas, vena intramarginal, dientes muy fuertes recta/recta o cóncava/cóncava, terciarias con patrón percurrente opuesto y sinuosas en curso. Este ejemplar se ajusta a la descripción del morfotipo SA020 de esta tesis.

El otro ejemplar tipo de la especie, USNM 201963 (Lámina IX-23, Figura A y B, en esta tesis), presenta todos los caracteres arquitecturales de las formas obovadas de SA049, posee un ángulo basal algo extendido, venas secundarias de curso irregular, con bajo *rank*, con dientes pobremente desarrollados, textura coriácea y base fuertemente decurrente.

En base a la observación y redesccripción de los materiales tipos de *Myrica premira* descritos por Berry (1937a) depositados en el Smithsonian Museum of Natural Science bajo los números USNM 201962 y USNM 201963 se determina que: 1_ el ejemplar USNM 201962 no presenta los caracteres correspondientes a la descripción original de Berry (1937a) por lo que debe ser separado de su posición como ejemplar tipo de la especie. 2_ el ejemplar USNM 201963 y la descripción original de la especie *Myrica premira* se corresponden con los caracteres del morfotipo SA049. 3_ la nueva descripción del material, amplía, actualiza y enmienda la descripción original de los ejemplares descritos por Berry (1937a).

M. premira fue erigida por Berry (1937) y relacionada con *M. mira* creada por el mismo autor para la flora de Laguna del Hunco (Berry, 1925b). Revisando, comparando los ejemplares tipo y sus descripciones e incrementando los caracteres arquitecturales que se adicionan en esta tesis, no se han hallado similitudes con *M. mira*, ya que ésta es una forma ovada a elíptica, de venación acródroma, con margen serrado, con fuertes dientes y venas secundarias de curso recto terminando individualmente en un diente.

Comparando las hojas del género actual *Myrica* (único género de la Familia Myricaceae), se encuentran semejanzas en los caracteres de: ápice, base, margen, y venación de hasta último orden. Difieren en el número de venas secundarias, que en el fósil es mayor.

También se han encontrado semejanzas con formas foliares en la Familia Cunoniaceae, con las especies *Weinmannia laurina*, *Weinmannia aurícula* y *Weinmannia apiculata*; y dentro de las Myrtaceae con el género *Psidium* de la provincia de Buenos Aires, aunque esta última carece de crenas o dientes (Romero y Dibbern, 1982).

En próximos análisis, se prevé el estudio de las cutículas con muy buena preservación que se hallaron sobre las compresiones foliares del morfotipo SA049 para adicionar a los caracteres arquitecturales y dilucidar la posible vinculación taxonómica de esta forma foliar.

25. Morfotipo SA050, “terciarias ramificadas”

Morfotipo ejemplar: MPEF-Pb-2043 (PL2-599)

Lámina IX-25: Figuras L-O: Morfotipo SA050. L_ Detalle de la venación de alto orden en M; M_ MPEF-Pb-2043 (PL2-599), N_ PL2-593; O_ Detalle de venación en PL2-1474.

Lámina IX-27: Figuras A-D: Morfotipo SA050. Fig. A_ Dibujo digital de MPEF-Pb-2043 (PL2-599); B- Detalle de venación en A; C_ Dibujos bajo cámara clara de PL2-622. D_ detalle de venación en C.

Descripción:

Hojas simétricas, notófilas a micrófilas, mayormente micrófilas, de hasta 7,2 cm. de largo por 2,5 cm. de ancho. Relación largo/ancho=3,5. **Forma** levemente ovada. **Margen** entero, ondulado irregularmente. **Base** de ángulo agudo y forma decurrente. Con tres venas basales, formadas por la medial y dos venas intramarginales producto de la unión de arcos secundarios. **Ápice** de ángulo agudo y forma convexa. **Venación primaria** pinnada, con una vena media fuerte de curso recto, llegando con fuerza hasta el ápice. **Venación secundaria** reticulódroma, con secundarias débiles y numerosas, de curso irregular, ramificándose cerca del margen 1 a 3 veces. En ocasiones forman *loops* a diferentes alturas. En la base de la lámina se comportan más regularmente formando *loops* uniéndose en ángulos obtusos. Ángulos de secundarias suavemente incrementándose hacia la base y espaciado uniforme. **Venas intersecundarias** fuertes, irregulares como las secundarias. **Vena intramarginal** mejor desarrollada en la base de la lámina. **Venas terciarias** con patrón reticulado al azar, tendientes a disponerse paralelas a las secundarias y generando intersecundarias compuestas. Con disposición ramificada admedialmente irregular. **Venas de cuarto orden** con patrón dicotomizado. **Venación última** marginal ojalada. **Areolación** pobremente desarrollada. **Rank** foliar 3r.

Materiales:

PL2- 183, 590, 593, 599, 731, 1254, 1411, 1474, 1521.

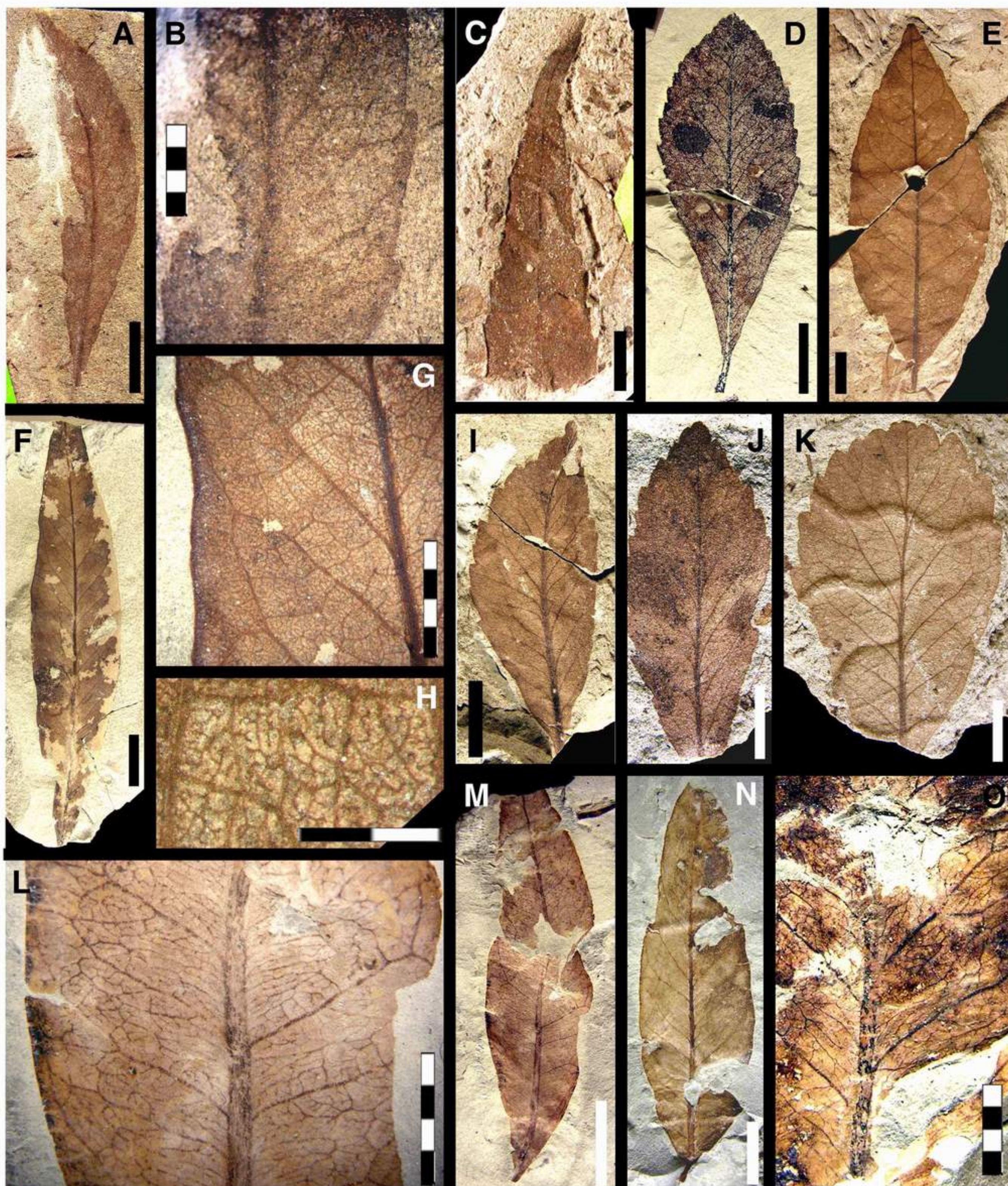


Lámina IX-25. Fig. A-B, D-K: Morfotipo SA049: A_ USNM 201963, *Myrica premira* Berry, 1937a; B_ Detalle de diente en A; C_ USNM 201962, "*Myrica premira*" Berry, 1937a (Morfotipo SA020); D_ MPEF-PB-2042 (PL2-38), E_ PL1-234; F_ PL2-1260; G_ Detalle de pequeñas crenas en E; H_ Detalle de venación de alto orden en E; I_ PL1-624; J_ PL1-516; K_ PL1-1004. Fig. L-O: Morfotipo SA050. L_ Detalle de venación de alto orden en M; M_ MPEF-PB-2043 (PL2-599); N_ PL2-593; O_ Detalle de venación en PL2-1474. Escala entera= 1 cm. Escala rayada en milímetros.

Observaciones:

El patrón de venación dicotomizado en las venas terciarias se encuentra presente en las familias Euphorbiaceae y Myrtaceae. Los caracteres arquitecturales de forma general, forma de la base y ápice, venación primaria, secundaria y terciaria se han observado en formas foliares de los géneros *Myrceugenia* y *Eugenia* de la Provincia de Buenos Aires (Romero y Dibbern, 1982), por lo que se propone una más completa comparación con esta Familia y su asignación formal.

En próximos análisis se prevé el estudio de las cutículas, con muy buena preservación, que se hallaron sobre las compresiones foliares del morfotipo SA050 para corroborar la vinculación de esta forma foliar con la Familia Myrtaceae.

26. Morfotipo SA051, Urticaceae sp.

Morfotipo ejemplar: MPEF-Pb-2044 (PL2-11)

Accesorio: PL2-50

Lámina IX-23: Figuras J-K: Morfotipo SA051. J_ Dibujo bajo cámara clara de PL2-50; K_ Dibujo bajo cámara clara de MPEF-Pb-2044 (PL2-11).

Lámina IX-26: Figuras A-G: Morfotipo SA051. A_ PL2-11; B_ Detalle de dientes en A; C_ Detalle de un diente en E; D_ PL2-318; E_ PL2-50; F_ detalle de venación y dientes en E, G_ Detalle de forma de base en contraimpronta de A.

Descripción:

- **Hojas** micrófilas simétricas, de hasta 6,8 cm. de largo por 1,2 cm. de ancho. Relación largo/ancho=4. **Forma** elíptica u ovado angosta. **Margen** serrado, con dientes fuertes de tipo compuesto, con una cúspide menor en el flanco basal. **Dientes** de forma irregular, mayormente triangulares espinosos con un ápice esferulado, regulares en espaciado, 5-8 dientes por cm., de forma convexa-convexa, recta-convexa, flexuosa-flexuosa o recta-recta. Dientes de relación largo/ancho similar a 2 o 1. invados por una vena principal medial proveniente de una ramificación o bifurcación de una secundaria y dos venas accesorias débiles que nacen de una vena independiente que se bifurca en el seno y corren muy cerca de ambos flancos del diente atenuándose en dirección al ápice. Seno angular sin venación aparente o independientemente irrigado. Ápice con una esférula resistente, en ocasiones preservada en tres dimensiones, de 0,1 mm. de diámetro, que sobresale del margen del ápice del diente. **Base** de ángulo agudo, de forma decurrente. Con tres venas basales. **Pecíolo** fuerte de 1 cm. de largo. **Ápice** de ángulo agudo y forma cuneada. **Venación primaria** pinnada, con una vena media de grosor moderado y recorrido curvo algo sinuoso. **Venación**

secundaria semicraspedódroma tendiente a ser craspedódroma. Secundarias de grosor moderado, salen con ángulos agudos y con recorrido curvo uniforme, que se disponen paralelas al margen foliar. Secundarias se unen a la suprayacente por medio de venas terciarias y generan ramificaciones que inervan los dientes. Ángulos de secundarias homogéneos, con espaciamiento homogéneo, de disposición subopuesta, algo distanciadas (1 cm.). No presentan venas intersecundarias. Venas agrópicas débiles de tipo compuesto. **Venas terciarias** débiles de tipo percurrente opuesto, se disponen perpendiculares a la primaria y poseen curso convexo, con un patrón de disposición uniforme. **Venas de cuarto orden** con patrón reticulado poligonal regular. **Venas de quinto orden** muy débiles, con patrón reticulado poligonal regular. **Areolación** bien desarrollada. **Venación última** marginal de tipo fimbrial.

Materiales:

PL1- 318, 845

PL2- 11, 50, 1153, 1524

Observaciones:

Los dientes del morfotipo SA053, con una vena media terminando en una glándula callosa no decidua, y dos o más venas accesorias débiles atenuándose hacia el ápice, corresponde al tipo salicoideo de Hickey y Wolfe (1975), que sumados a los caracteres de forma elíptica angosta, ápice cuneado y venación secundaria semicraspedódroma, evidencia una relación con las familias Salicaceae, Urticaceae y la Subclase Ranunculidae.

También se ha establecido semejanzas con la forma SC22 ilustrada por Kennedy (2003, p.303, fig. O) de la Formación Goldlight (Paleoceno) del noroeste de Nueva Zelanda, pero al no haberse publicado las descripciones de estas formas, no se ha podido realizar una más completa comparación. Fuera de estas formas Australásicas, no se han registrado hojas fósiles similares al morfotipo SA053 en el Hemisferio Sur.

27. Morfotipo SA052, “serrada sp. 1”

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2045 (PL1-1124 a, b)

Lámina IX-23: Figura K: Morfotipo SA052. Dibujo digital de MPEF-PB-2045 (PL1-1124a).

Lámina IX-24: Figuras H-I: Morfotipo SA052, H_ Detalle de dientes y venación en I; I_ MPEF-PB-2045 (PL1-1124a).

Descripción:

Hojas notófilas simétricas, de 9 cm. de largo por 2,2 cm. de ancho. Relación largo/ancho= 4. De forma oblonga angosta. **Margen** serrado con **dientes** fuertes asimétricos de forma recta-recta o recta-flexuosa. 1 a 3 dientes por secundaria de ápice simple, regularmente espaciados, 4 por centímetro, inervados por una única vena principal medialmente o dispuesta cercana al flanco apical del diente, llegando con fuerza al ápice del diente. Senos agudos. **Base** de ángulo agudo y forma cóncava. Una única vena basal. **Ápice** de ángulo agudo y forma acuminada, formando un característico *drip tip*. **Venación primaria** pinnada, con una vena media fuerte de recorrido curvo uniforme sin ramificar. **Venación secundaria** craspedódroma, con secundarias levemente débiles y densas, de disposición subopuesta, de recorrido curvo abrupto cerca del margen, mayormente sin ramificar, generan venas terciarias que inervan dientes. Ángulo de secundarias y espaciamiento decreciendo hacia la base. Venas intersecundarias y agrópicas ausentes. **Venas terciarias** débiles con patrón percurrente alterno, uniformes en la lámina, con ángulos de disposición obtusa con respecto a la vena primaria, y de curso recto. **Venación última** marginal ojalada.

Material:

PL1- 1124

Observaciones:

El tipo de diente espinoso del morfotipo SA052, conjuntamente con los caracteres de forma oblonga, presencia de *drip-tip*, base cóncava, margen serrado con dientes uniformemente espaciados, se encuentran en folíolos de la familia Sapindaceae.

De las formas fósiles conocidas para el Hemisferio Sur, el morfotipo SA052 presenta semejanzas con la forma SC9 ilustrado por Kennedy (2003, p.303, fig. L) de la Formación Goldlight (Paleoceno) del Noroeste de Nueva Zelanda, aunque posee una relación largo/ancho mayor. La falta de publicación de la descripción de esta forma no permite mayores comparaciones.

28. Morfotipo SA053, “lorada serrada”

Morfotipo Ejemplar: PL1-688

Lámina IX-27: Figuras E-F: Morfotipo SA053. E_ Dibujo bajo cámara clara de PL2-681; F_ Dibujo bajo cámara clara de SA-UBA.

Lámina IX-26: Figuras H-J: Morfotipo SA053. H_ Detalle de venación en PL1-688; I_ PL1-688, J_ PL1-1176.

Descripción:

Hoja asimétrica en la base. Micrófila, llega a tener más de 8 cm. de largo y 0,9 cm. de ancho. Forma lorada (elíptica u oblonga muy angosta). **Margen** serrado, con fuertes **dientes** glandulares triangulares, de forma recto/convexo, o flexuoso/flexuoso, dos por centímetro, dos o tres por vena lateral, dispuestos homogéneamente en el margen, con un ángulo de 40-45° con respecto a la vena media. Senos angulosos. La venación del diente se produce por una vena lateral medial, o una bifurcación de esta y dos venal accesorias que confluyen desde ambos flancos del diente con la vena medial, antes de alcanzar el ápice del diente. En ocasiones son tres las venas que confluyen con la vena media del diente, siendo dos las basípetas. **Ápice** agudo de forma cuneada. **Base** aguda de forma decurrente levemente asimétrica. **Venación** con una vena media masiva formada por múltiples haces paralelos densamente dispuestos de 0,7 mm. de espesor. **Venas laterales** muy débiles saliendo de la vena media a distintas alturas, con ángulos agudos, base decurrente, curso muy sinuoso y corriendo en forma paralela, pocas veces anastomosadas, dando como resultado una venación reticulódroma. 2-3 venas por milímetro. Las venas laterales generan ramas basípetas, de igual grosor, que se resuelven en bifurcaciones que inervan medialmente los dientes y otras que abrazan al seno. **Venas de menor orden** se disponen en forma percurrente opuesta o con ángulos de 75-80° y de curso mayormente recto, en ocasiones generan venas intersecundarias compuestas débiles. **Venación última** marginal fimbrial.

Materiales:

PL1- 625, 688, 907, 1011, 1163, 1164, 1165, 1176.

PL2- 1131

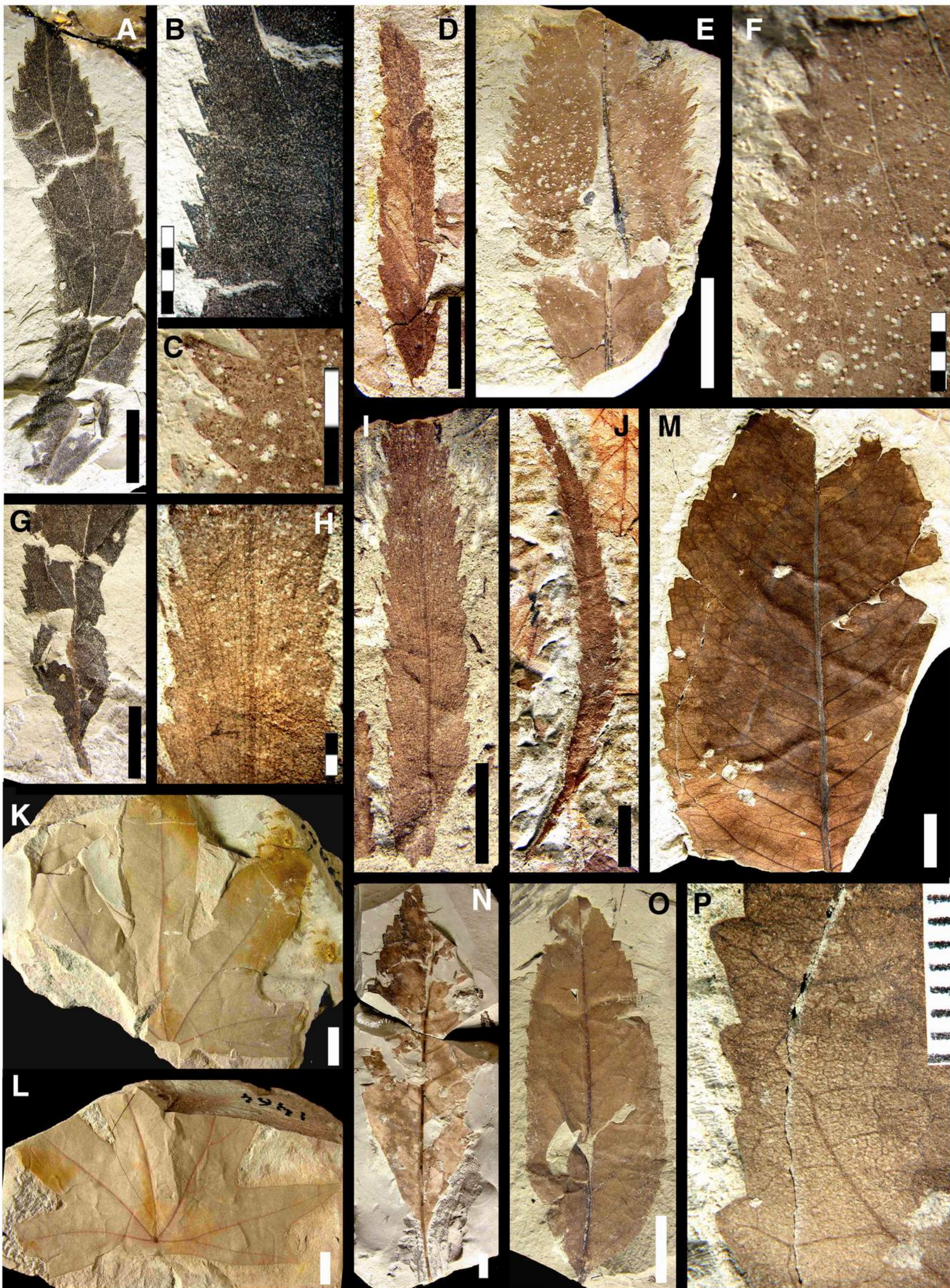
OR2- 26, 27, 28, 187, 203.

Observaciones:

El tipo de venación y desarrollo en el diente, se corresponde con dientes de tipo clorantoideo, cuya forma del ápice es generalmente acuminada y la venación se suple por una vena media acompañada de dos laterales que alcanzan la vena media en el ápice o antes de éste (Hickey y Wolfe, 1975).

El tipo de venación con una vena media conformada por el aglomeramiento de las venas laterales, venas laterales corriendo en forma paralela o levemente flabelada, se correspondería con formas foliares de monocotiledóneas o estípulas de dicotiledóneas y monocotiledóneas. Se han recolectado 14 ejemplares para este morfotipo. La extensión que adquieren los ejemplares PL1-625 y PL1-1176, indicaría que se trata de una hoja y no de una estípula. No se han registrado formas fósiles comparables al morfotipo SA053, por lo que correspondería al menos a una nueva especie.

Lámina IX-26: Figuras A-G: Morfotipo SA051. A_ MPEF-PB-2044 (PL2-11); B_ Detalle de dientes en A; C_ Detalle de un diente en E; D_ PL2-318; E_ PL2-50; F_ detalle de venación y dientes en E, G_ Detalle de forma de base en contraimpronta de A. Figuras H-J: Morfotipo SA053. H_ Detalle de venación en PL1-688; I_ PL1-688, J_ PL1-1176. Figuras K-L: Morfotipo SA055, MPEF-PB-2047 (PL2-1464), impronta y contraimpronta. Figuras M-P: Morfotipo SA054. M_ MPEF-PB-2046 (PL2-508); N_ PL2-584; O_ PL2-999; P_ Detalle de venación en dientes de M. Escala entera= 1 cm. Escala rayada en milímetros.



29. Morfotipo SA054, “dientes compuestos”

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2046 (PL2-508)

Lámina IX-27: Figuras G-H: Morfotipo SA054. G_ Dibujo digital de MPEF-PB-2046 (PL2-508); H_ Dibujo bajo cámara clara, detalle de dientes en G.

Lámina IX-26: Figuras M-P: Morfotipo SA054. M_ MPEF-PB-2046 (PL2-508); N_ PL2-584; O_ PL2-999; P_ Detalle de venación en dientes de M.

Descripción:

Hoja simétrica, micrófila a mesófila, mayormente notófila, de hasta 12 cm. de largo por 5 cm. de ancho. Relación largo/ancho= 2,8. **Forma** ovada. **Margen** dentado. **Dientes** glandulares compuestos, con una cúspide menor basal y una pequeño mucrón triangular opaco. Dientes triangulares de relación largo/ancho= 2. De forma cóncava/recta, convexa/convexa o convexa/recta. De 2 a 3 dientes por secundaria y por centímetro, espaciados regularmente. Dientes inervados por una vena medial, derivada de la unión en ángulo agudo de dos venas secundarias o partiendo perpendicularmente de *loops* de secundarias. **Base** de ángulo agudo y forma convexa. Tres venas basales (dos marginales débiles). **Ápice** de ángulo agudo y forma convexa. **Venación primaria** pinnada, con una vena media fuerte de recorrido recto. **Venación secundaria** semicraspedódroma, con secundarias débiles, de curso suavemente curvado, ramificándose exmedialmente y generando arcos por unión con la suprayacente. Salen con ángulos anchos regulares de la primaria, presentando un espaciado incrementándose hacia la base. **Intersecundarias** fuertes, de tipo compuesto. Sin presencia de venas agrópicas. **Venas de tercer orden** con patrón reticulado al azar algo denso, de curso convexo, perpendiculares a la vena media. Ángulo de terciarias decreciendo exmedialmente. **Venas de cuarto orden** fuertes, con patrón reticulado poligonal regular. **Venas de quinto orden** fuertes, con patrón reticulado poligonal regular. **Venación libre** FEVS, 2 o más ramificada. **Venación última** marginal compuesta de una vena fimbrial, que se desarrolla con más fuerza en la porción basal de la lámina.

Materiales:

PL1- 175, 194, 274, 293, 508, 584, 626, 859, 999, 1004.

Observaciones:

Los dientes del morfotipo SA054 corresponden al tipo platanoideo (Hickey y Wolfe, 1975), con una vena medial y venación accesoria broquidódroma, pero en este caso, la vena media no proviene directamente de una secundaria sino de una vena independientes desde arcos secundarios.

Hojas notófilas y mesófilas anchas, con venación semicraspedódroma, con numerosas secundarias e intersecundarias, es común en las Dileniidae (Hickey y Wolfe, 1975).

No se han reconocido formas fósiles comparables al morfotipo SA054, por lo que correspondería a una especie nueva.

30. Morfotipo SA055, “peltada sp. 2”

Morfotipo ejemplar: MPEF-Pb-2047 (PL2-1484=1464)

Lámina IX-17, Figuras F-G: Dibujos digitales de Morfotipo SA055, MEF-PB-2048 (PL2-1484=1464) impronta y contraimpronta reconstruidas.

Lámina IX-26, Figuras K-L: Morfotipo SA055. K_MEF-PB-2048 (PL1-1484) impronta; L_MEF-PB-2048 (PL1-1464) contraimpronta.

Descripción:

- **Hoja** simétrica, mesófila, de 7,91 cm. de largo por 11,42 cm. de ancho. Palmatilobada de relación largo/ancho = 0,7. **Forma** ovada en línea externa. **Textura** cartácea. **Margen** entero. Lóbulos ovados o elípticos, de ápice cuneado, con senos redondeados hendidos hasta $\frac{1}{2}$ del radio foliar. **Base** de ángulo obtuso-amplio y forma cordada. Con cinco venas basales. **Pecíolo** peltado excéntrico, saliendo a 0,6 cm. de la base foliar. **Ápice** de ángulo obtuso-amplio. **Venación primaria** actinódroma basal, con cinco venas primarias de grosor moderado, radiando desde la inserción peciolar excéntrica. Venas primarias de recorrido levemente sinuoso, el par basal ramificadas una vez, intervando lóbulos pequeños basípetos. **Venación secundaria** broquidódroma. Venas secundarias algo variables, curvadas uniformemente, corriendo paralelas al margen, uniéndose a la supradyacente por medio de sucesivos arcos terciarios. Espaciado de secundarias incrementándose hacia la base, con un ángulo de salida agudo, decreciente hacia la base. Venas abrazadoras de los senos débiles, sin una verdadera bifurcación. Venas agrópicas e intersecundarias ausentes. **Venas de tercer orden** muy débiles, con patrón percurrente irregular, de curso recto y ángulos uniformes en toda la lámina. **Venas de cuarto orden** con patrón reticulado poligonal regular. **Areolación** bien desarrollada. **Venación última** marginal ojalada.

Material:

PL2- 1484 (=1464).

Observaciones:

No se conocen formas fósiles de hojas peltadas palmatilobadas, con el desarrollo de de lóbulos alcanzado por el morfotipo SA055. Hasta el momento no se han encontrado semejanzas con hojas de especies actuales.

A pesar de haberse encontrado un único ejemplar en un único registro, esta forma foliar se diferencia claramente de los restantes morfotipos de la flora, por lo que correspondería a una nueva

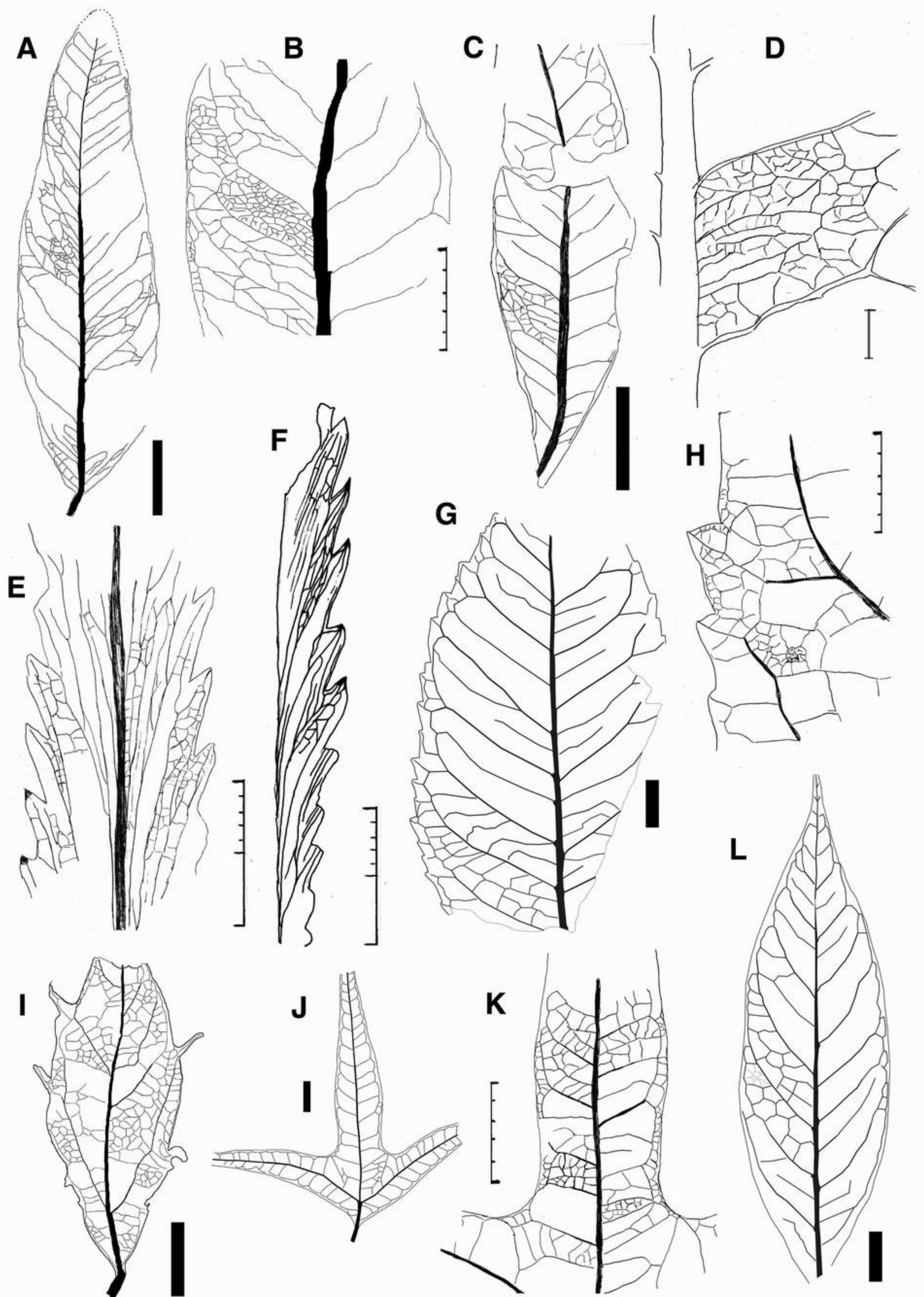


Lámina IX-27. Fig. A-D: Morfotipo SA050. A_ Dibujo digital de MPEF-PB- 2042 (PL2-599); B_ Dibujo digital, detalle de venación en A; C_ Dibujo bajo cámara clara (Dbcc), de PL2-622; D_ Dbcc, detalle de venación en C. Fig. E-F_ Morfotipo SA053. E_ Dbcc de PL2-681; F_ Dbcc de SA UBA. Fig. G-H: Morfotipo SA054. G_ Dibujo digital de MPEF-PB- 2046 (PL2-508). H_ Dbcc detalle de dientes en G. Fig. I: Morfotipo SA057, Dibujo digital de MPEF-PB- 2049 (PL2-518). Fig. J-K: Morfotipo SA058. J_ Dibujo digital de MPEF-PB- 2050 (PL2-622), K_ Dbcc, detalle de venación en J. Fig. L _ Morfotipo SA056, Dibujo digital de MPEF-PB- 2048 (PL1-823). Escala entera= 1 cm. Escala delgada en milímetros.

especie. El hecho de la escasez de esta forma en varias colecciones con características cuantitativa no sesgada, podría estar indicando que se trata de una planta en muy baja proporción en la flora o que vive en facies diferentes a las prospectadas y sus restos fueron transportados hacia facies del yacimiento PL2 (Palacio de los Loros).

31. Morfotipo SA056, “laurófila de alto rango”

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2048 (PL1-823)

Lámina IX-27: Figura L: Morfotipo SA056, Dibujo digital de MPEF-PB-2048 (PL1-823).

Lámina IX-28: Figuras A-C: Morfotipo SA056. A_ MPEF-PB-2048 (PL1-823); B_ PL1-247; C_ Detalle de venación de alto orden en A.

Descripción:

Hoja simétrica, notófila a micrófila, mayormente micrófila, de hasta 12 cm. de largo por 4 cm. de ancho. Relación largo/ancho =3. **Forma** elíptica. **Textura** cartácea. **Margen** entero. **Base** de ángulo agudo y forma decurrente. Tres venas basales, conformadas por dos venas débiles laterales. **Ápice** de ángulo agudo y forma acuminada, formando un corto *drip tip*. **Venación primaria** pinnada, con una vena media fuerte de recorrido recto. **Venación secundaria** broquidódroma-leve, con secundarias curvadas homogéneamente o abruptamente cerca del margen. Secundarias unidas a la supradacente por medio de uno o varios arcos. Salen de la primaria con un ángulo de 45° homogéneo decurrente, a veces generando *loops* de segundo orden. Sin venas agrópicas. Sin venas intersecundarias. **Venas de tercer orden** con patrón reticulado al azar y de curso recto. Se disponen perpendiculares a la vena media, con ángulos incrementándose hacia la base. **Venas de cuarto orden** con patrón reticulado poligonal irregular. Venas de quinto orden con patrón dicotomizado admedialmente, en ocasiones reticulado. Areolación moderadamente bien desarrollada. **Venación libre** FEVs, dos o más veces bifurcada. **Venación última** marginal de tipo fimbrial.

Materiales:

PL1- 247, 271, 823, 1079. , **PL2-** 369, 380, 765, 790. ; **OR2-** 51, 182, 183. ; **LF-** 6, 56.

Observaciones:

La forma elíptica, tamaño notófilo, venación primaria pinnada simple, sin veas agrópicas, la venación secundaria broquidódroma-leve, la no decurrencia de las venas secundarias, el alto *rank* foliar (3r), y la textura cartácea, son caracteres muy homogéneos en este morfotipo, que fácilmente lo diferencian de otros morfotipos “lauroideos”.

Existen numerosas familias actuales que pueden desarrollar hojas similares al morfotipo SA056, probablemente el estudio de cutículas halladas sobre compresiones de algunos ejemplares puedan aportar mayores indicios para su determinación sistemática.

32. Morfotipo SA057, “dientes fuertes”

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2049 (PL2-518 a, b)

Lámina IX-27: Figura I: Morfotipo SA057. Dibujo digital de MPEF-PB-2049 (PL2-518).

Lámina IX-28: Figuras D-G. Morfotipo SA057. D_ Detalle de diente espinoso en G; E_ Detalle de venación en el diente de G; F_ Detalle de venación de alto orden y *resin dots* en G; G_ MPEF-PB-2049 (PL2-518).

Descripción:

Hoja, elíptica simétrica. Micrófila, de 4,6 cm. de largo por 1,73 cm. de ancho. **Margen** dentado, con largos y angostos dientes de 4-7 mm. de largo por 0,85 mm. de ancho **Dientes** simples aislados, irregularmente espaciados, cada 1,35 cm. aprox. Dientes curvados o recurvados espinosos, de base levemente ensanchada y márgenes rectos con ápice agudo. Senos redondeados. Inervados por una única vena medial gruesa proveniente de un *loop* de una secundaria o de una ramificación de la misma. Margen ondulado entre dientes. **Base** de ángulo agudo y forma convexa. Tres venas basales. **Pecíolo** de 1,3 mm. de grosor, y 9 mm. de largo. **Ápice** de ángulo agudo, sin buena preservación de forma. **Venación primaria** pinnada, con una vena media fuerte de recorrido sinuoso. **Venación secundaria** semicraspedódroma. Venas secundarias fuertes, con ángulos agudos incrementándose hacia la base, espaciado incrementando hacia la base, con recorrido curvo uniforme formando *loops* a diferentes alturas. Cerca del margen las secundarias se ramifican y generan fuertes venas que inervan los dientes medialmente. Dos venas secundarias suprabasales opuestas, de ángulos agudos y mayor grosor que las secundarias, en forma de venas agrópicas simples. **Venas terciarias** finas con patrón reticulado poligonal regular, dispuestas perpendicularmente a la primaria y con ángulos incrementando hacia la base. **Venas de cuarto orden** fuertes, con patrón reticulado poligonal regular. Venas de quinto orden, con patrón reticulado poligonal regular. **Areolación** bien desarrollada, con aréolas de 6 lados. **Venación libre** FEVs, no ramificada, presentando glándulas resinosas (*resin dots*) en gran parte de la lámina. **Venación última** marginal de tipo fimbrial.

Material:

PL2-518 a, b

Observaciones:

El tipo de dientes es espinoso, no glandular, con una vena medial proyectándose fuera el margen foliar, que pueden observarse en muchas familias de plantas actuales.

El gran desarrollo de dientes de forma mayormente recta, no es muy común. El desarrollo de los dientes es semejante al alcanzado por el género *Desfontainia*. Este género se halla representado en la selva valdiviana (flora andina) por la especie *D. spinosa*. El género se reconoce por los Andes hasta Perú. Pero, aparentemente, dentro de la Familia Desfontainiaceae no ocurren glándulas resinosas, ni *resin dots* en las hojas.

El tipo y tamaño de dientes, venación primaria y secundaria, vena fimbrial y presencia de *resin dots*, se ha constatado para la familia Malphigiaceae.

Probablemente el estudio de cutículas halladas sobre compresiones de estas floras pueda aportar mayores indicios para su determinación sistemática.

33. Morfotipo SA058, “sterculiacea trilobada”

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2050 (PL2-1087)

Lámina IX-27: Figuras J-K: Morfotipo SA058. J_ Dibujo digital de MPEF-PB-2050 (PL2-1087); K_ Dibujo bajo cámara clara de detalle de venación en J.

Lámina IX-28: Figuras H-J: morfotipo SA058. H_ MPEF-PB-2050 (PL2-1087), I_ USNM-208525 ilustrado en Berry, 1937a (Lám. VIII, Fig.2), J_ Detalle de venación en H.

Descripción:

- **Hoja** simétrica, micrófila a mesófila, mayormente notófila, de hasta 8,94 cm. de largo por 9,87 cm. de ancho. **Forma** ovada en línea externa, trilobada. **Textura** cartácea. **Margen** entero. Lóbulos largos y angostos de ápices cuneados. Senos redondeados hendidos más de 2/3 de lámina. **Base** de ángulo obtuso y forma cuneada. Fuerte pecíolo de más de 5,7 mm. de largo por 1,1 mm. de ancho. Tres venas basales. **Ápice** de ángulo agudo, con ápice de los lóbulos de forma cuneada. **Venación primaria** actinódroma suprabasal, con dos venas laterales opuestas o subopuestas. Venas primarias fuertes de curso recto. **Venación secundaria** broquidódroma, con secundarias abruptamente curvadas cerca del margen y fusionándose con ángulos rectos tendientes a formar una vena intramarginal sinuosa. Secundarias salen con ángulos anchos variables, densas, con espaciado uniforme. Una o dos venas intersecundarias por interárea. Sin venas agrópicas, sin venas abrazadoras. **Venación terciaria** con patrón percurrente opuesto, de curso sinuoso, perpendiculares a las venas primarias, tendientes a incrementar el ángulo exmedialmente. **Venas de cuarto orden** con patrón reticulado poligonal

regular. **Venas de quinto orden** con patrón reticulado poligonal regular. **Areolación** moderadamente desarrollada. **Venación última** marginal ojalada.

Materiales:

PL1- 393, 401.

PL2- 51, 121, 781, 1087, 1263, 1271, 1407, 1480, 1982.

Observaciones:

Se diferencia del morfotipo SA014, “*Sterculia*” *acuminataloba* Berry por la venación actinódroma suprabasal, la homogeneidad de las secundarias y la curvatura abrupta que presentan en toda la hoja, el patrón de las venas de tercer orden, no presentar venas abrazadoras. También se diferencia por la simetría de la hoja, la incisión de los senos en la lámina y no desarrollar una vena intramarginal tan marcada. El ejemplar tipo USNM-208525 [Ilustrado por Berry (1937, Lámina VIII, Fig.2) y fotografiado en la Lámina 28, Fig. I, en esta tesis] de la especie “*Sterculia*” *acuminataloba* Berry, recolectado en la localidad Cerro Funes- Palacio de los Loros, presenta características muy diferentes a el resto de las formas de las especie de Berry (1937a) y debe ser separada en otra especie conjuntamente con los materiales del morfotipo SA058.

Sterculia kurtzii Hunicken, descrita para la flora cretácica de Cerro Guido, Santa Cruz (Hunicken, 1995), presenta formas trilobadas, actinódromas suprabasales, venas intramarginales no desarrolladas, con lóbulos tan desarrollados como SA058. Difiere en poseer lóbulos más anchos, de forma triangular, con ápices rectos-cuneados, senos subredondeados, venas abrazadoras.

Como se dijera más arriba (*cit.* Morfotipo SA014), sin dudas, las formas foliares descriptas como “*Sterculia*” para el Cretácico-Paleógeno en el Sur de Sudamérica, aunque aún con dudas en su asignación genérica y de familia, poseen un registro fósil con cierta continuidad y diversificación en los caracteres arquitecturales a lo largo de los yacimientos fósiles de Patagonia, que permiten evidenciar la necesidad de su estudio en profundidad, en un futuro mediano, debido a su posible importancia como indicadores bioestratigráficos.

34. Morfotipo SA059, “bajo rank dentado”

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2051 (PL2-589)

Lámina IX-28, Figuras K-M: Morfotipo SA059. K_ MPEF-PB-2051 (PL2-589); L_ Detalle de dientes basales y venación en K; M_ Detalle de dientes compuestos apicales y venación en K.

Lámina IX-29, Figuras A-B: Morfotipo SA059. A_ Dibujo digital de MPEF-PB-2051 (PL2-589); B_ Dibujo digital de detalle de venación en el diente de A.

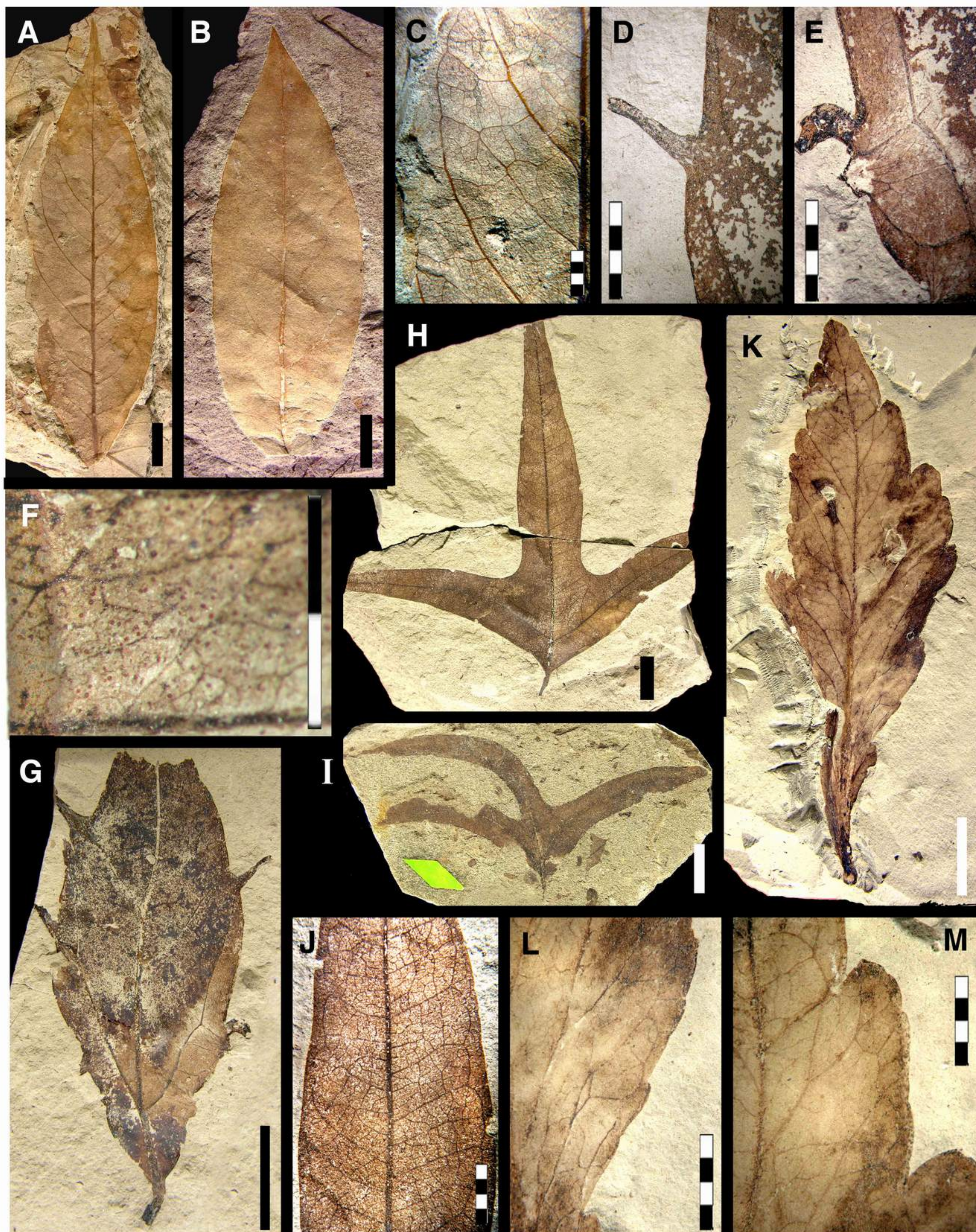


Lámina IX-28. Fig. A-C: Morfotipo SA056. A_ MPEF-PB-2048 (PL1-823); B_ PL1-247; C_ Detalle de venación en A. Fig. D-G: Morfotipo SA057. D_ Detalle de diente espinoso en G; E_ Detalle de venación en G; F_ Detalle de venación de alto orden y *resin dots* en G; G_ MPEF-PB-2049 (PL2-518). Fig. H-J: Morfotipo SA058. H_ MPEF-PB-2050 (PL2-1087); I_ USNM-208525; J_ Detalle de venación en H. Fig. K-M: Morfotipo SA059. K_ MPEF-PB-2051 (PL2-589); L_ Detalle de dientes basales en K; M_ Detalle de dientes en K. Escala entera= 1 cm. Escala rayada en milímetros.

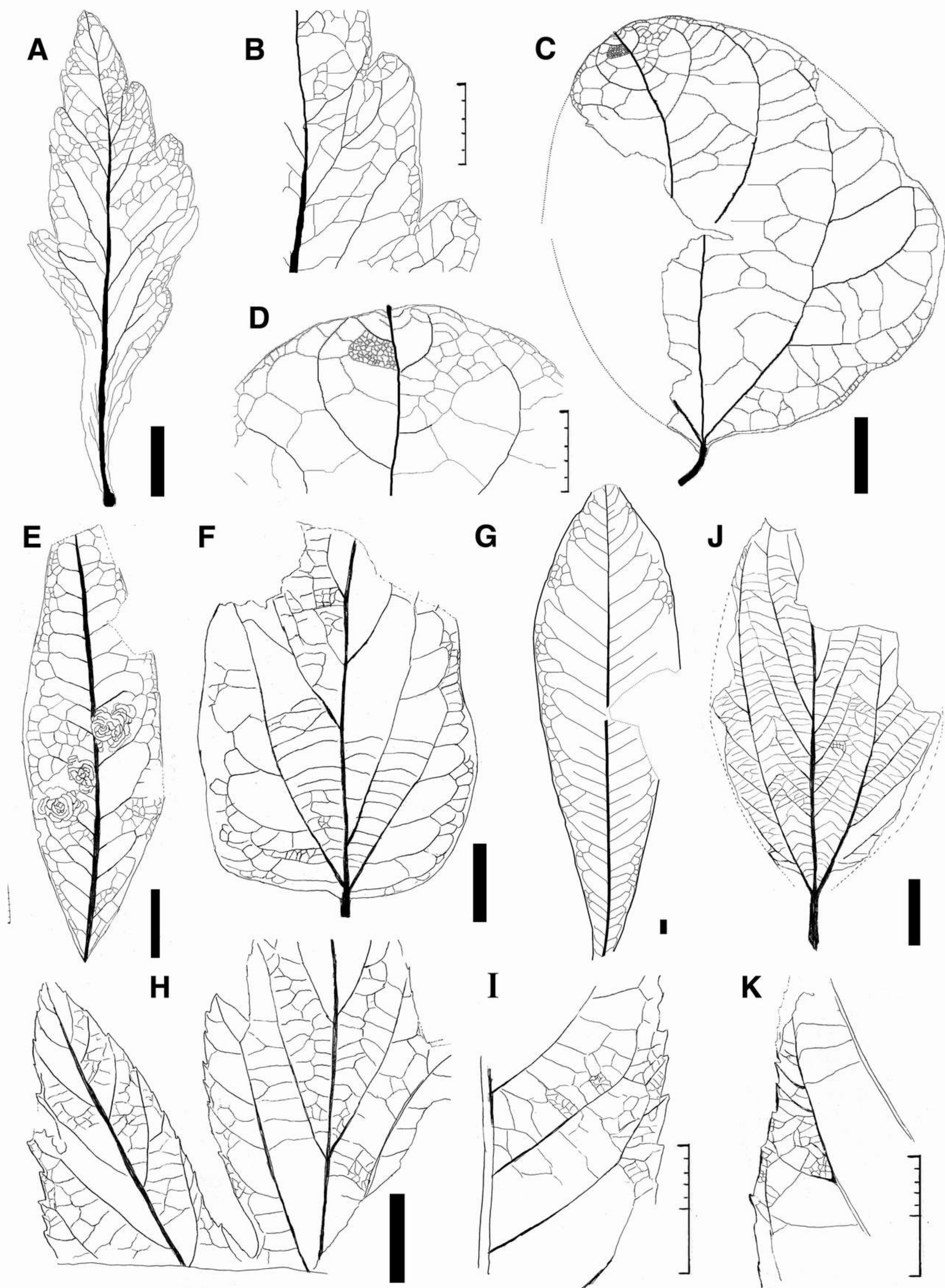


Lámina IX-29. Fig. A-B: Morfotipo SA059, Dibujos digitales de MPEF-PB- 2051 (PL2-589). Fig. C-D: Morfotipo SA060, Dibujos digitales de MPEF-PB- 2052 (PL1-690). Fig. E: Morfotipo SA063, Dibujo bajo cámara clara (Dbcc) de OR2-184. Fig. F: Morfotipo SA066, Dbcc de LF-79. Fig. G: Morfotipo SA067, Dibujo digital de OR2-178. H_ Morfotipo SA068, Dbcc de LF-36. Fig. I: Morfotipo SA070, Dbcc de detalle de venación y diente en LF-19. Fig. J-K: Morfotipo SA069. J_ Dbcc de LF-23. K_ Dbcc de detalle de dientes en J. Escala entera= 1 cm. Escala delgada en milímetros.

Descripción:

- **Hoja** de forma elíptica simétrica. Micrófila, de 6,8 cm. de largo por 2,5 cm. de ancho. **Textura** membranácea. **Margen** dentado. **Dientes** compuestos grandes irregularmente espaciados, de forma convexa/convexa o acuminada-acuminada. Ápice de los dientes esferulado, provisto de una pequeña esférula opaca. Dientes de hasta tercer orden. 1-3 por cm. Senos agudos. Venación del diente variable, con una vena media que alcanza el ápice del diente y dos venas accesorias que corren cercanas al margen. Vena intramarginal importante. **Ápice** de ángulo agudo y forma convexa, terminando en un diente también esferulado. **Base** de ángulo agudo y forma fuertemente decurrente o cuneada. Tres venas basales. **Pecíolo** grueso (2 mm.) y corto (4 mm.), ensanchado distalmente. **Venación primaria** pinnada. Vena media fuerte en la base, de recorrido suavemente curvo. **Venación secundaria** semicraspedódroma festoneada. Secundarias débiles, salen con ángulos agudos decrecientes hacia la base, con espaciado uniforme, decurrentes. Poseen curso irregular, formando *loops* a diferentes alturas y se bifurcan hasta dos veces o se anastomosan sin patrón determinado. Primer par basal se curva excéntricamente. **Venas terciarias** fuertes de curso sinuoso, reticuladas al azar sin patrón constante en la lámina. Venas de cuarto orden con un patrón reticulado poligonal irregular. **Venas de quinto orden** con un patrón reticulado poligonal irregular. **Areolación** bien desarrollada. **Venación libre** FEVs: ramificada una vez. **Venación última** marginal de tipo fimbrial. **Rank** foliar 2r bajo

Material:

PL2-589

Observaciones:

El morfotipo SA059 se encuentra representado por un único ejemplar bien preservado, que permite reconocer que se trata de una forma foliar diferenciada del resto de las formas foliares de la flora en estudio. Las características de *rank* foliar 2r bajo, base muy decurrente y pecíolo ensanchado distalmente y textura membranácea, otorgan una característica muy particular a esta forma foliar que no se ha reconocido en ninguna otra flora fósil. El pecíolo ensanchado distalmente podría indicar una característica de caducifolia para la planta.

35. Morfotipo SA060, Menispermaceae sp.

Morfotipo ejemplar: MPEF-PB-2052 (PL1-690)

Lámina IX-29: Figuras C-D: Morfotipo SA060. C_ Dibujo digital de MPEF-PB-2052 (PL1-690); D_ Dibujo digital del detalle del ápice mucronado y venación de alto orden en C.

Lámina IX-29: Figuras A-B: Morfotipo SA060. A_ MPEF-PB-2052 (PL1-690); B_ Detalle del ápice mucronado y venación de alto orden en A.

Descripción:

Hoja notófila, ovada asimétrica, de 6 cm. de largo por 6 cm. de ancho. **Margen** entero. **Ápice** de ángulo obtuso y forma redondeada, caracterizado por la presencia de un pequeño mucrón conformado por la vena media emarginada. **Base** de ángulo obtuso y forma cóncavo-convexa leve. Cinco venas basales: 3 primarias y dos venas débiles laterales. **Pecíolo** delgado, sin características particulares, aparentemente corto (5,5 mm. de largo por 0,8 mm. de ancho). **Venación primaria** acródroma basal. Con dos venas laterales fuertes curvadas hacia el ápice alcanzando los 2/3 de la lámina y constituyendo venas agrópicas fuertes. Vena media de curso curvo homogéneo, levemente sinuosa al emerger las secundarias, llega con fuerza hasta el mucrón del ápice. **Venación secundaria** broquidódroma leve. Secundarias de curso curvo homogéneo, disponiéndose paralelas al margen y uniéndose a la supradistante por sucesivos arcos con unión en ángulos anchos. Se disponen con ángulos homogéneos en la lámina y con espaciado incrementándose hacia la base. **Venas terciarias** con patrón percurrente mixto (opuesto-alterno), tendiente a un reticulado regular. Poseen curso mayormente recto, disponiéndose perpendiculares a la vena media y con ángulos incrementándose exmedialmente. **Venas de cuarto orden** fuertes, con patrón reticulado poligonal regular, con curso zigzagueante, conformando areolas de tamaños medio. **Venas de quinto orden** con patrón reticulado poligonal regular, de curso zigzagueante. Venas de sexto orden fuertes, con patrón reticulado poligonal regular. **Areolación** bien desarrollada, con areolas de 4-5 lados y de tamaños muy regulares. **Venación libre** FEVs, ausente. **Venación última** marginal de tipo fimbrial.

Materiales:

PL1- 690, 1145

Observaciones:

La presencia de una lámina ovada, simétrica, ápice mucronado, con venación secundaria broquidódroma, con secundarias apicales muy curvadas, y una venación de alto orden (*i.e.* de tercer a sexto orden) uniforme, muy bien desarrollada pero careciendo de FEVs, asignan al morfotipo SA060 a la Familia Menispermaceae. La venación acródroma basal, la relación largo/ancho=1, encuentran similitudes con los géneros *Arcangelisia* (*e.g.* *A. lemniscata*, Lámina IX-30, Figura C, en esta tesis), *Abuta* (*e.g.* *A. splendor*), *Coscinium* (*e.g.* *C. vistratum*) y *Epinetrum* (*e.g.* *E. villosum*).

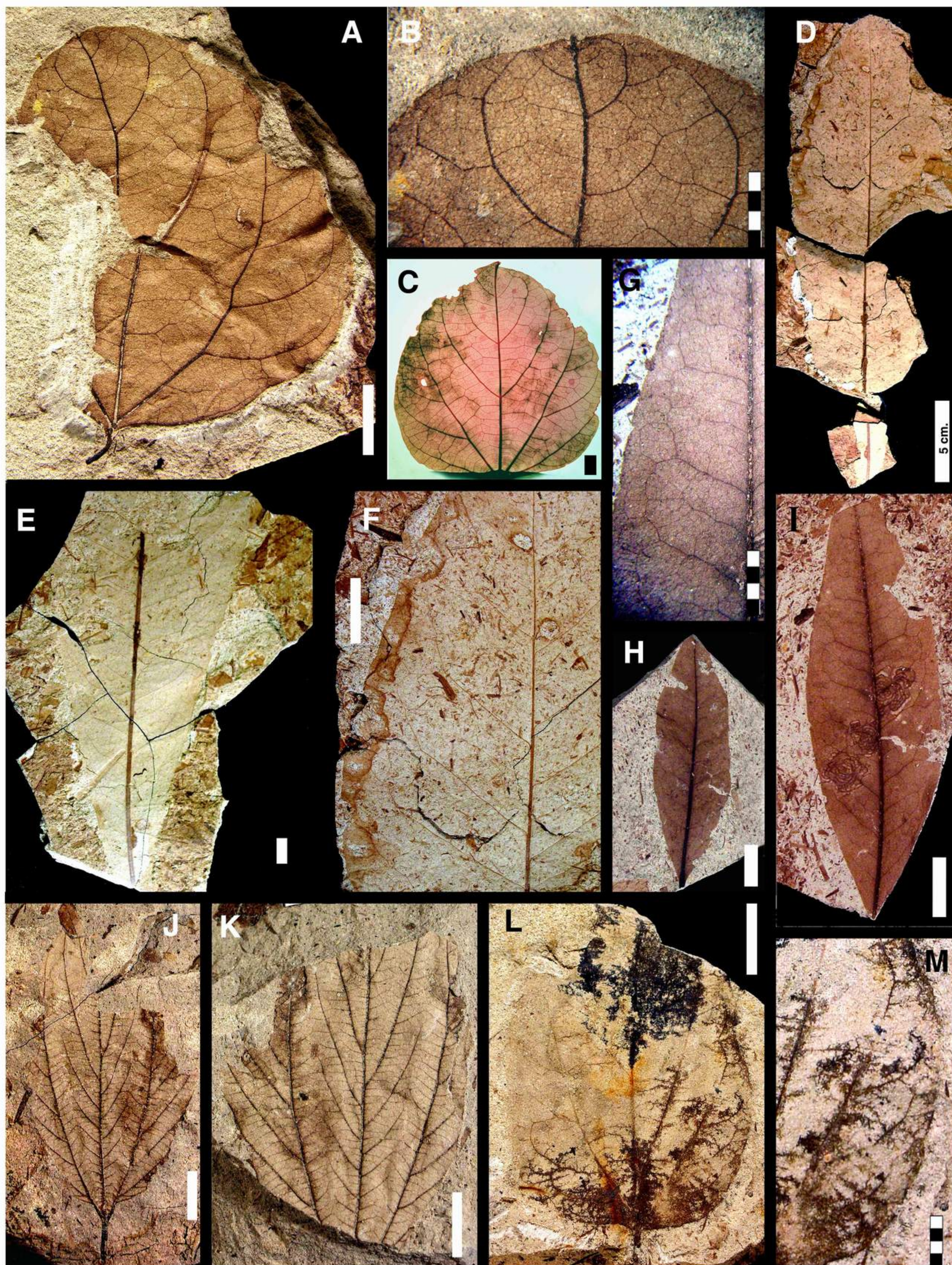


Lámina IX-30. Fig. A-B: Morfotipo SA060. A_ MPEF-PB-2048 (PL1-823); B_ PL1-247. Fig. C_ Ejemplar clarificado de *Arcangelisia lemniscata*. Fig. D-F: Morfotipo SA067. D_ Reconstrucción de impronta de OR2-178; E_ Detalle de la base de OR2-178, contraparte; F_ Detalle de venación en D. Fig. G-I: Morfotipo SA063. G_ OR2-184; H_ OR2-189; I_ OR2-184 con trazas de artrópodos. Fig. J-K: Morfotipo SA069, LF-23 improntra y contraparte. Fig. L-M: Morfotipo SA066, LF-79. Escala rellena= 1 cm. Escala rayada en milímetros.

36. Morfotipo SA061, Zingiberaceae sp.

Morfotipo ejemplar: PL2-129

Accesorio: PL2-123

Lámina IX-32: Figuras I-M: Morfotipo SA061. I_ Dibujo bajo cámara clara de K; J_ Foto bajo lupa de venación en K; K_ PL2-129; L_ Detalle de venación acompañada con fibras en K; M_ Detalle de vena media en K.

Descripción:

Hojas de lámina ancha, probablemente macrófila de al menos 6 cm. de ancho por más de 20 cm. de largo. Venación plurinervia paralela. Conformada por una **vena media** masiva que reúne múltiples haces en forma densa. **Venación lateral** de base decurrente se dispone rápidamente a 80-90° con respecto a la vena media y corren en forma paralela hasta el margen. Fibras de consistencia coriácea (probablemente esclerenquimática) y de curso recto acompañan a las venas. Se llegó a contar, transversalmente un número de 20 venas por cm. En ocasiones presentan bifurcaciones y anastomosis característicamente en forma lateral en ángulos de 45°. Se observa la presencia de **venas de menor orden** formando un retículo, desarrolladas como trabéculas que se disponen transversales o en ángulos de 80°, respecto de las principales, aproximadamente espaciadas cada 1,7 mm., de curso recto y conformando dos líneas de aréolas entre venas principales. **Textura** cartácea o membranácea.

Materiales:

PL2- 129, 505, 588, 1223.

Observaciones:

La carencia de trabéculas de curso sinuoso y en ángulos agudos, descarta la posibilidad de que se trate de la Familia Palmae. Trabéculas de curso recto, perpendiculares a las venas principales o en ángulo ancho (80°) son caracteres que las acercan al Orden Zingiberales.

La presencia conspicua de venas laterales de consistencia fuerte, probablemente debida al acompañamiento de tejido esclerenquimático al haz vascular, permite que en ciertos lugares de la lámina, donde la descomposición actuó con mayor intensidad, los haces vasculares se curvan, se sobre-enciman, dispersándose pero manteniendo su unión con la lámina o vena media, sin ruptura o quiebre.

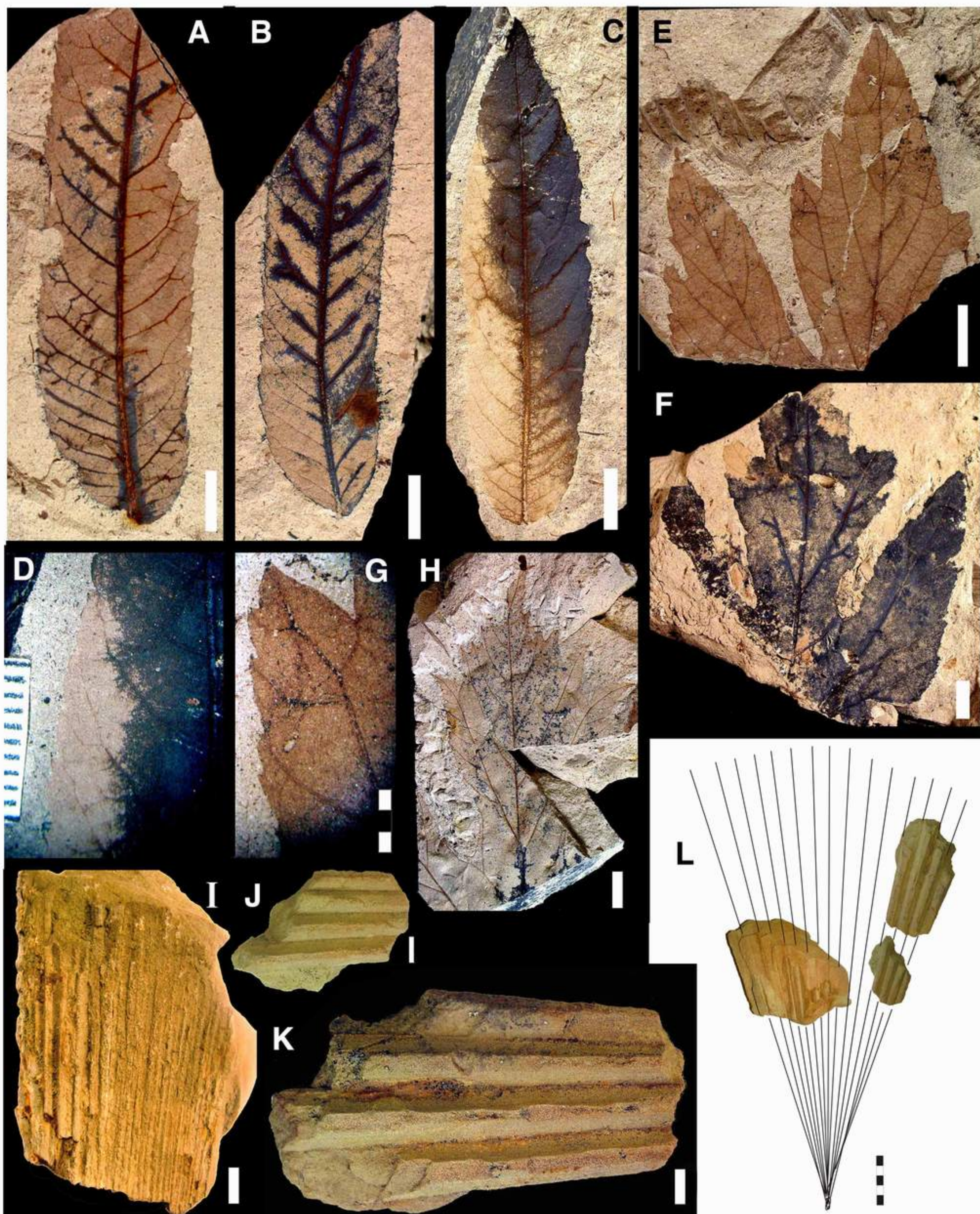


Lámina IX-31, Fig. A-D: Morfotipo SA070. A_ LF-19; B_ LF-1; C_ LF-45; D_ Detalle de diente en C. Fig. E-H: Morfotipo SA068. E_ LF-36; F_ LF-7; G_ Detalle de diente en LF-36; H_ LF-86. Fig. I-L: Morfotipo SA072. I_ CP-1; J_ CP-2; K_ CP-3; L_ Reconstrucción de la forma foliar. Escala entera = 1 cm. Escala rayada en milímetros.

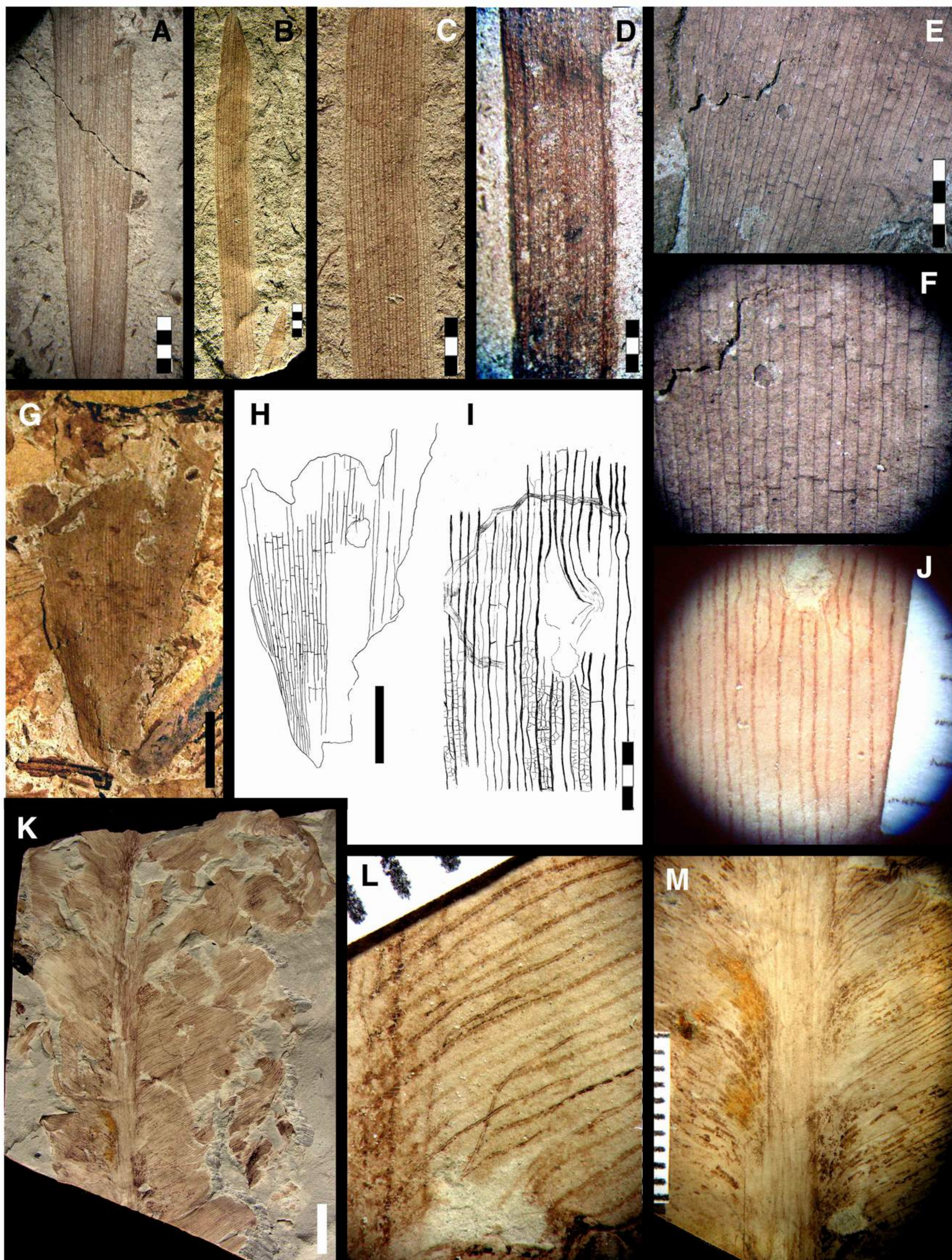


Lámina IX-32, Hojas de Monocotiledóneas. Fig. A-D: Morfotipo SA032. A_ PL1-651; B_ PL1-260; C_ Detalle en B; D_ LF-63. Fig. E-H: Morfotipo SA068. E_ OR2-149 detalle; F_ OR2-149, bajo lupa; G_ OR2-149 general; H_ Dibujo bajo cámara clara de G. Fig. I-M: Morfotipo SA061. I_ Dibujo bajo cámara clara de K; J_ Foto bajo lupa de K; K_ PL2-129; L_ Detalle de venación acompañada con fibras en K; M_ Detalle de vena media en K. Escala entera= 1 cm. Escala rayada en milímetros.

37. Morfotipo SA063, “laurófila recta”

Morfotipo ejemplar: OR2-184

Lámina IX-29: Figura E: Morfotipo SA063, Dibujo bajo cámara clara de OR2-184.

Lámina IX-30: Figuras G-I: Morfotipo SA063, G_ OR

Descripción:

Hojas simétricas, micrófilas a notófilas, mayormente, de hasta 7,6 cm. de largo por 2,2 cm. de ancho. Relación largo/ancho=3,2. De **forma** elíptica. **Margen** entero. **Ápice** de ángulo agudo y forma convexa. **Base** de ángulo agudo y forma convexa o levemente decurrente. **Pecíolo** fuerte generalmente curvo de 0,6 cm. de largo por 1 mm. de ancho. **Venación primaria** pinnada, con una vena media muy fuerte, de curso recto, con fuerte relieve. **Venación secundaria** broquidódroma festoneada. Secundarias de grosor moderado a delgado, se disponen con ángulos anchos (80°) bifurcándose cerca del margen y generando sucesivos *loops* con la suprayacente en ángulos rectos. Espaciado de secundarias uniforme, con ángulo decreciente hacia la base. **Venas intersecundarias** fuertes, de tipo compuesto. **Venas terciarias** con patrón percurrente alterno, de curso convexo y patrón uniforme. **Venas de cuarto orden** con patrón reticulado poligonal regular. **Venas de quinto orden** con patrón reticulado poligonal regular. **Venación última** marginal ojalada.

Materiales:

OR2- 85, 86, 115, 175, 184, 186, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195.

Observaciones:

El morfotipo SA063 se diferencia claramente de otras formas “lauroideas” por poseer una vena media muy fuerte de recorrido recto, venas secundarias con patrón broquidódromo festoneado y ángulos decrecientes hacia la base, y secundarias bifurcándose a 90° cerca del margen al generar los loops de mayor orden. No se han registrado formas fósiles similares al morfotipo SA063 en floras del Hemisferio Sur.

38. Morfotipo SA065, Arecaceae sp.2

Morfotipo ejemplar: OR2-149

Lámina IX-32: Figuras E-H: Morfotipo SA065, OR2-149. E_ Detalle de la venación; F_ Detalle de venación bajo lupa; G_ Vista general; H_ Dibujo bajo cámara clara de G.

Descripción:

Fragmento basal de **segmento** foliar de 4 cm. de largo por 3 cm. de ancho preservado, con forma triangular de márgenes rectos, con una curvatura suave, que no llega a ser plicada en la lámina.

Venación desarrollada por dos ordenes de venas paralelas. Venación paralela levemente radiante al separarse homogéneamente las venas principales y generarse venas paralelas de menor orden. Las **venas de mayor orden** se disponen cada 0,7 mm. y son ininterrumpidas. Las **venas de segundo orden** son débiles de curso irregular, se conectan con las de primer orden por medio de finas vénulas transversales de curso irregular y en ocasiones se anastomosan o bifurcan, y distalmente puede tomar el grosor de una de primer orden, pero mayormente ocurre una vena de segundo orden entre dos de primer orden. Se observan **venas transversales** (trabéculas) cada 9 mm., que se disponen a 90° entre venas de primer orden y cortan a las de segundo orden.

Material: OR2- 149.

Observaciones:

En base a la forma de la base, márgenes y venación, el morfotipo SA032 se asigna a un segmento de una hoja “pinnada” de palmera.

En los segmentos de hojas de palmeras actuales, la vena media es generalmente central y prominente. Sólo en pocos géneros de palmeras pinnaticompuestas (*Iriarte*, *Normanbya*, *Podococcus* y *Socratea*) la vena media es indistinguible o similar a las otras venas. *Caryota* tampoco posee vena media marcada, aunque sí un cúmulo central de venas.

El registro del morfotipo SA065 es muy fragmentario, pero aparentemente correspondería a formas foliares de grupos de palmeras aún sin registro fósil.

39. **Morfotipo SA066, “eucamptódroma”**

Morfotipo ejemplar: LF-40 a, b

Accesorio: LF-79=93

Lámina IX-29: Figura F: Morfotipo SA066, Dibujo bajo cámara clara de LF-40.

Lámina IX-30: Figuras L-M. Morfotipo SA066. L_ LF-40; M_ Detalle de venación en el margen de L.

Descripción:

Hojas simétrica, de tamaño notófilo, de 5,5 cm. de largo por 3,5 cm. de ancho. Relación largo/ancho= 0,5. **Forma** elíptica ancha. **Margen** entero. **Ápice** de ángulo agudo y forma levemente acuminada (*drip tip*). **Base** de ángulo agudo ancho, y de forma decurrente, puede ser asimétrica por inserción a diferente altura. Tres venas basales. **Pecíolo** fuerte (1 mm. de ancho). **Venación primaria** acródroma suprabasal. Con una vena medial de curso recto y dos secundarias fuertes saliendo 1 cm. por encima de la base, decurrentes, uniformes suavemente curvadas confluyendo hacia el ápice sin ramificarse,

en la mitad superior de la lámina. **Venación secundaria** acródroma, con dos pares de secundarias basales curvadas suave y uniformemente hacia el ápice. Secundarias salen con ángulos agudos, decurrentes. Sin venas intersecundarias ni agrópicas. Pueden desarrollarse otras venas secundarias eucamptódromas basales ramificadas excéntricamente formando sucesivos *loops* hacia el margen basal. **Venas terciarias** con patrón percurrente opuesto, de curso recto, disponiéndose perpendiculares a la vena media y con ángulos uniformes. **Venas de cuarto orden** con patrón recurrente opuesto, paralelas a las de tercer orden y perpendiculares a la primaria. **Venas de quinto orden** con patrón percurrente opuesto, perpendiculares a las de cuarto orden, desarrollan **areolas** rectangulares, de 1 mm. de tamaño. **Venación última** marginal ojalada.

Materiales:

LF- 40, 79.

Observaciones:

No se han registrado formas fósiles similares al morfotipo SA063 en floras del Hemisferio Sur. Los ejemplares son aún fragmentarios y con caracteres muy generales como para evaluar posibles relaciones con grupos actuales.

40. **Morfotipo SA067, “base cuneada”**

Morfotipo ejemplar: OR2-178

Lámina IX-29: Figura G_ Dibujo digital de la forma de la base de OR2-178.

Lámina IX-30: Figuras D-F: Morfotipo SA067. F_ OR2-178 reconstruido; E_ Detalle de base foliar en D; F_ Detalle de venación en porción apical de D.

Descripción:

Hoja simétrica, de tamaño macrófilo, de 34,1 cm. de largo por 9,8 cm. de ancho. Relación largo/ancho=3,6. **Forma** obovada con un largo ángulo basal de márgenes rectos que llega hasta más de la mitad de la lámina. **Textura** membranácea. **Margen** entero, levemente ondulado en el ápice. **Base** de ángulo agudo y forma cuneada (recta), formando un ángulo muy constante. Con una única vena basal. **Ápice** de ángulo agudo y forma redondeada. **Venación primaria** pinnada, con una vena media muy fuerte de curso recto que pierde fuerza hacia el ápice y se resuelve en arcos broquidódromos. **Venación secundaria** broquidódroma festoneada, con hasta tres órdenes de *loops* marcadamente decrecientes en tamaño. Venas secundarias débiles de recorrido recto, abruptamente curvadas al formar *loops* o bifurcadas para generar los *loops* a ambos lados. Se disponen con un patrón de espaciamiento decreciente hacia la base y con ángulos incrementando hacia la base.

Decurrentes en la vena media. Intersecundarias simples, una por interárea, de base decurrente y paralelas a las secundarias. **Venas de tercer orden** con patrón poligonal regular, dispuestas a alto ángulo con respecto a la primaria, decreciendo exmedialmente y de curso convexo. **Venas de cuarto orden** fuertes, con patrón poligonal regular. **Venas de quinto orden** fuertes, con patrón poligonal regular, generan areolas pentagonales de 0,7 mm. **Venación libre** FEVs, no evidentes. **Venación última** marginal ojalada.

Material:

OR2- 178.

Observaciones:

El único ejemplar recolectado para el morfotipo SA067, posee una preservación en sedimento muy frágil y en estado fragmentario. No obstante se pudieron rescatar muchos de los caracteres arquitecturales de la lámina. El tamaño foliar macrófilo, la forma cuneada de la base y el grosor de la vena media en relación con las secundarias, son caracteres no reconocidos en formas fósiles del Hemisferio Sur. Hasta el momento no se han podido establecer caracteres distintivos como para asociar este morfotipo a formas actuales.

41. **Morfotipo SA068, “palmada dentada”**

Morfotipo ejemplar: LF-7

Accesorio: LF-36

Lámina IX-29: Figura H: Morfotipo SA068, Dibujo bajo cámara clara de LF-36.

Lámina IX-31: Figuras E-H: Morfotipo SA068. E_ LF-36; F_ LF-7; G_ Detalle de dientes en el ápice del lóbulo de E; H_ LF-86.

Descripción:

Hojas mesófilas a megáfilas, de 10 cm. de largo por 10 cm. de ancho. Relación largo/ancho =1. De **forma** elíptica ancha en contorno, palmatilobada, con tres lóbulos principales de igual desarrollo, de forma elíptica u ovada-triangular, con ápices convexos. Lóbulos basales desarrollan, en ocasiones, una cúspide basal menor. Lóbulo medial con dos o tres lóbulos menores en los laterales, con ángulos agudos y forma triangular. Senos muy redondeados. **Textura** cartácea. **Margen** serrado, **dientes** simples convexa/convexa o cóncava/convexa, de ápices simples o con una pequeña seta oscura apical, irregularmente distribuidos (con mayor desarrollo en el ápice). Senos de los lóbulos de margen entero. **Base** de ángulo obtuso y forma redondeada. Ocurren cinco venas basales, con una vena primaria, dos secundarias y dos venas laterales muy delgadas. **Ápice** de ángulo agudo y forma cuneada. **Venación primaria** pinnada, con una vena media de grosor moderado y de curso recto.

Venación secundaria craspedódroma, con secundarias opuestas. Primer par de secundarias, agrópicas fuertes, inervan los lóbulos basales, y sus ramificaciones basales alcanzan el margen invirtiendo los dientes del ángulo basal. Venas secundarias de curso recto u homogéneamente curvo, alcanzan el margen sin ramificarse. Las secundarias salen con ángulos homogéneos con espaciado creciente hacia la base. **Venas abrazadoras** bien formadas, provenientes de la vena medial, formando venas intramarginales que rodean al seno de los lóbulos (senos más incisos). **Venas de tercer orden** de grosor moderado, con patrón percurrente opuesto o mixto opuesto/alternado. Se disponen perpendiculares a las venas primarias, con un patrón creciente exmedialmente, densas, de espaciado uniforme y recorrido convexo, y en el margen inervan dientes. **Venas de cuarto orden** percurrentes alternas. **Venas de quinto orden** con patrón reticulado poligonal regular. **Venación última** marginal de tipo fimbrial.

Materiales:

LF- 2, 7, 35, 36, 38, 44, 46, 69, 70, 86, 100, 102, 152.

Observaciones:

Hasta el momento no se han podido establecer caracteres distintivos como para asociar este morfotipo a formas actuales.

42. Morfotipo SA069, “banara”

Morfotipo ejemplar: LF-23

Lámina IX-29: Figuras J - K. Morfotipo SA069, LF-23. J_ Dibujo bajo cámara clara; K_ Dibujo bajo cámara clara del detalle de crenas en J.

Lámina IX-30: Figuras J-K: Morfotipo SA069, LF-23. J_ Impronta con pecíolo; K_ Contraimpronta.

Descripción:

Hojas simétricas, notófilas, de 6,8 cm. de largo por 3,5 cm. de ancho. Relación largo/ancho =2. De forma elíptica ancha. **Margen** entero, levemente crenado en el ápice. **Crenas** asimétricas, regularmente espaciadas. Crenas invadidas por venas de tercer orden o sólo por la vena fimbrial. **Base** de ángulo agudo y forma convexa. **Pecíolo** fuerte de 1 cm. de largo por 1,3 mm. de ancho. Ocurren tres venas basales. **Ápice** de ángulo agudo, no preservado. **Venación primaria** acródroma basal perfecta. Vena media de grosor moderado y recorrido recto. Venas primarias laterales, homogéneamente curvadas, recorriendo más de 2/3 de la lámina, con desarrollo agrópico. **Venación secundaria** semicraspedódroma. Venas secundarias de grosor moderado, divergiendo en ángulos muy agudos, de recorrido curvo uniforme, con ángulos de salida crecientes hacia la base. Producen ramificaciones exmediales que inervan las crenas y se unen a la supradistante por uno o varios *loops*.

Intersecundarias ausentes. Venas agrópicas simples, aunque sus ramas basales se ramifican nuevamente. **Venas terciarias** característicamente con disposición en *chevron* en la base de la lámina, de grosor fuerte, con patrón percurrente opuesto, de curso convexo, perpendiculares a las primarias, con patrón creciente exmedialmente, espaciado uniforme, pocas veces bifurcadas. **Venas de cuarto orden** débiles, con patrón reticulado poligonal regular. **Venas de quinto orden** con patrón reticulado poligonal regular. **Aréolas** bien desarrolladas, de 4-5 lados. **Venación libre** FEVs no evidente. **Venación última** marginal de tipo fimbrial.

Material:

LF- 23.

Observaciones:

Hasta el momento sólo se ha podido establecer grupos de caracteres similares con el género *Banara* (Flacuortiaceae), pero sus especies muestran mayor desarrollo de los dientes y un patrón de terciarias no tan ordenado como en el fósil. Mayores comparaciones han de realizarse para asociar este morfotipo a formas actuales.

43. Morfotipo SA070, “dentada oblancheolada”

Morfotipo ejemplar: LF-79

Lámina IX-29: Figura I, Morfotipo SA070, Dibujo bajo cámara clara de detalle de venación y diente en LF-19.

Lámina IX-31: Figuras A-E: Morfotipo SA070. A_ LF-19; B_ LF-1; C_ LF-45; D_ Detalle de diente en C.

Descripción:

Hojas asimétricas por nacimiento de la base. Notófilas a mesófilas, de 8,2 cm. de largo por 2,1 cm. de ancho. Relación largo/ancho =4. **Forma** oblonga. **Textura** cartácea-coriácea. **Margen** serrado, con dientes simples o compuestos (en hojas grandes), con espaciado regular, forma flexuosa/flexuosa o flexuosa/convexa, dientes asimétricos, senos agudos. **Base** de ángulo agudo y forma redondeada. Ocurren tres venas basales. **Pecíolo** no preservado, probablemente sésil. **Ápice** de ángulo agudo y forma cuneada. **Venación primaria** pinnada, con una vena media recta o suavemente curva, de grosor fuerte (1,1 mm.) llegando con fuerza al ápice. **Venación secundaria** craspedódroma. Venas secundarias fuertes con ángulos anchos (45°-80°), con patrón aumentando hacia la base y espaciado disminuyendo hacia la base. Secundarias de curso levemente curvo uniforme, ramificadas cerca del margen. Venas intersecundarias y agrópicas ausentes. **Venas de tercer orden** con patrón percurrente mixto alterno/opuesto, de grosor débil, perpendiculares a la vena media, con patrón de ángulos

decreciendo exmedialmente. **Venas de cuarto orden** con patrón reticulado poligonal regular. **Venas de quinto orden** con patrón reticulado poligonal regular. **Areolación** bien desarrollada, aréolas pentagonales de tamaño pequeño.

Materiales: LF- 40, 79.

Observaciones:

Hasta el momento no se han podido establecer caracteres distintivos como para asociar este morfotipo a formas actuales.

44. Morfotipo SA072, Arecaceae sp.3

Morfotipo ejemplar: CP-1

Lámina IX-31: Figuras I-L: Morfotipo SA072. I_ CP-1; J_ CP-2; K_ CP-3; L_ posible
Reconstrucción de la forma foliar del morfotipo SA072.

Descripción:

Hoja palmada, induplicada que alcanza probablemente más de 1 m. de largo. Con un **ráquis** robusto de al menos 3,8 cm. de ancho, con superficie lisa algo estriada y curva, de sección elíptica horizontal y márgenes inermes. **Segmentos** plicados, con venación paralelinerva, con una carena inferior de sección rectangular de 2 mm. de ancho por 0,5 mm. de alto, aproximadamente constante, de bordes muy rectos y consistencia fuerte. Segmentos de más de 45 cm. de largo, radiando con ángulos de separación de 2,6°, regularmente espaciados. Unidos al menos los primeros 30 cm. basales, luego escindidos por las **venas adaxiales** a distintas alturas dejando grupos de segmentos fusionados a diferentes alturas, al menos a lo largo de 10 cm. Ancho de segmentos variando desde 0,9 a 1,65 cm. a lo largo de 15 cm., con aumento regular de la amplitud. Ancho máximo extendido de segmentos, manteniéndose unido a los demás, de 2 cm.

Materiales:

CP (Cerrito de las Palmeras) 1, 2, 3, 4.

Observaciones:

Se reconocieron 4 restos foliares de hojas palmadas con segmentos plicados fusionados, al menos por cierto tramo. Las hojas se preservan como el calco superior de la impresión sobre un sedimento limoso deleznable. La textura del sedimento portador de la preservación, corresponde a una arena media a fina regularmente seleccionada con abundante cemento ferruginoso.

Basados en la preservación de una fuerte carena posiblemente esclerenquimática de sección rectangular, tal como la presentan actualmente algunas hojas palmadas en la superficie abaxial de la lámina, tres de los materiales preservados de esta forma (CP-1,2 y 3) y que corresponderían al mismo

ejemplar (debido a su preservación, y conexión en el yacimiento), estas impresiones son consideradas calcos de la impresión abaxial de la hoja. Dos ejemplares (CP-2 y 3) muestran los segmentos foliares totalmente fusionados con una textura muy fuerte y generando un plicamiento con ángulo cercano a 90°. El ejemplar CP-1 presenta distintos grados de escisión entre los segmentos, pero preservando la carena rectangular en forma fuerte, con ambas hemiláminas del segmento unidas a él. Esta condición en el plicamiento de los segmentos corresponde a hojas induplicadas (Moore y Uhl, 1982).

La pieza CP-4 corresponde a un fragmento de ráquis de 8 cm. de largo por 3,8 cm. de ancho, conservando una curvatura similar a la que poseen muchos ráquises de palmeras actuales, por su lado ventral. Presenta márgenes aparentemente lisos, inermes, en donde pueden visualizarse pequeñas estriaciones que corren en sentido longitudinal y paralela, con una separación de 5 mm. aprox.

Proyectando rectas sobre la unión entre los segmentos de los fragmentos foliares (Lámina IX-31, Fig. L) se reconstruye un largo aproximado de la hoja palmada, desde la separación de los segmentos en los ejemplares fósiles hasta un punto de radiación, de 39 cm. A su vez, estos ejes muestran puntos de origen muy cercanos de cruzamiento, lo cual estaría explicando una única zona de inserción para este fragmento, que propondría la ausencia de una consistente costa (corto eje medial dentro de lámina foliar, desde donde los segmentos radian a distintas alturas). Utilizando las proyecciones, se pueden medir los ángulos entre segmentos de manera más confiable, los cuales muestran bastante homogeneidad con un ángulo de 2,6° (Lámina IX-31, Fig. L). Si se proyectan rectas utilizando los laterales de las venas medias de los segmentos, se observa el mismo patrón.

Las hojas palmadas sin costas pueden ser ubicadas dentro de las líneas coryphoide y lepidocaryoide (Moore y Uhl, 1982). Con la nueva proposición de Subfamilias (Uhl y Dransfield, 1987, 1999), las hojas palmadas quedan incluidas dentro de las Coryphoideae y Calamoideae (palmeras lepidocaryoides). Las Calamoideae poseen hojas palmadas generalmente más delicadas con finos ráquises (*Maurittia*, *Maurittiella*, *Lepidocaryum*) y sus hojas se caracterizan por poseer un plicamiento de tipo reduplicado (Moore y Uhl, 1982). Aún así el género *Mauritella* podría compararse con el material de Salamanca, en especial la especie *M. aculeata*, ya que muestra los segmentos unidos que se desagregan a distintas alturas. Esta Tribu se encuentra en selvas lluviosas del Amazonas. Dentro de las Coryphoideae se reconocen numerosos grupos de palmeras con hojas palmadas, incluidas dentro de: Livistoninae, Thrinacinae, Borasseae, Coryphinae, Phoeniceae y Sabalinae.

Dentro del grupo de las Coryphinae, el morfotipo SA072 sería comparable con *Thrithrinax* y *Thrinax*. *Rhapidophyllum* por poseer pocos segmentos y anchos. *Livistona* presenta un pecíolo ancho con segmentos en diferentes planos. *Sabal* presenta el desarrollo de una costa.

Aún con material muy fragmentario, los restos de hojas palmadas de la localidad de Ormaechea, pueden ser asignados sin dudas al grupo de las Coryphoideae. Dentro de estas las características morfológicas las asemejan a las Subtribus Thrinacinae, Livinstoninae y Sabalinae, las cuales han sido agrupadas en la Tribu Corypheae.

IX_3. MORFOTIPOS FOLIARES DE GIMNOSPERMOPHYTA (CONIFERALES)

1. Morfotipo SA018, Podocarpaceae sp.1

Morfotipo ejemplar: PL2-1124

Accesorios: PL2-1351, PL2-690

Lámina IX-33, Morfotipo SA018. A_ PL2-1124; B_ Detalle de base foliar de C; C_ PL2-1005, nótese la distribución foliar espiralada; D_ Ápice foliar de PL2-763; E_ Detalle de base foliar en A; F_ Detalle de la venación confluyente en el ápice de K; G_ Detalle de venación en PL2-987; H_ PL2-180; I_ PL-130; J_ PL2-171 con daños por insectos; K_ PL2-1351; L_ Dibujo bajo cámara clara de O; M_ Dibujo digital y reconstrucción de A; N_ Dibujo bajo cámara clara de K; O_ Detalle de base en PL2-690; P-Q_ Detalle de base foliar en PL2-1003, con agallas.

Descripción:

Hojas micrófilas o notófilas, con disposición espiralada en tallos de 2,3 mm. de diámetro. Porción adnata de 0,8 mm. de espesor y forma oblonga, de por lo menos 2,5 mm. de ancho por 1 cm. de largo. Lámina libre elíptica angosta u oblanceolada angosta de 4 a 12 cm. de largo y de 0,6 a 2,4 cm. de ancho, de relación largo/ancho ~7-9. Poseen un recurvamiento de las hojas planado heterofacialmente respecto del tallo. **Textura** coriácea, observándose un espesor considerable en el molde o en la carbonización del tejido de poco menos de 1 mm. de alto. **Margen** coriáceo fuerte de 0,5 mm. aproximado. Se observa un débil relieve sobre las venas. **Ápice** de ángulo agudo y forma redondeada, rara vez convexa. **Base** de ángulo agudo y forma cóncavo-convexa, proyectándose en una corta “angostura” (DR 04, DR 25), de curvatura abaxial convexa (Lam. IX fig. A, E, Q, S), asemejándose a un corto pecíolo. Generalmente muestra una fractura neta, recta, con cierto ángulo con respecto al plano de la lámina, que podría representar una marca de abscisión, que permite ver también el grosor de la lámina en la base de aproximadamente 1 mm. (Lam. IX fig. E, R). **Margen** entero coriáceo, de bordes convexos o paralelos. **Venación** principalmente paralela, sin diferenciación de una vena medial ni órdenes de venas. Espaciadas homogéneamente. Se contaron 11-12 venas en el sector basal del pecíolo, 27 venas en la zona medial de hojas de 0,58 cm. de ancho y 26 venas en otra de 0,97 cm.

de ancho. El espaciamiento disminuye hacia el ápice y se han contado 25 venas que confluyen hacia el ápice sin anastomosis. Se han observado muy pocas anastomosis y dicotomías en las venas con distribución al azar, aunque sí parecería haber venas delgadas transversales (percurrentes rectas) en forma opuesta, pero son difíciles de distinguir con el craquelado de la lámina y la carbonización.

Cutícula muy delgada, del orden de los 1,25 a 0,75 μm . **Superficie externa** muy cubierta por ceras de textura hojosa de bordes irregulares, en ocasiones, cubriendo los ostíolos. Ostíolos elípticos, irregularmente espaciados, muy escasos, de 4 μm . de largo por 2,6 μm . de ancho, sin evidencia de bordes engrosados. Superficie externa de la cutícula de textura granular, estomas organizados en bandas, orientados en todas direcciones (perpendiculares, paralelos y oblicuos a la venación) en depresiones cuticulares de 11,8 μm . de diámetro. **Anillo de Florin** poco marcado de 4,2 μm . de espesor. Superficie interna muy plana, células epidérmicas apenas distinguibles, sin engrosamientos en las paredes anticlinales de las epidérmicas. Células epidérmicas de dos formas: rectangulares más elongadas en las zonas interestomáticas, probablemente asociadas a la venación, de 54,7 μm . de largo por 23 μm . de ancho con paredes anticlinales algo más evidentes; y células epidérmicas asociadas a zonas estomatíferas, pentagonales y hexagonales, ecuanes, de 38 μm . de diámetro y con paredes anticlinales aparentemente no cutinizadas. Los aparatos estomáticos se distribuyen al azar, espaciadamente en bandas longitudinales, al menos en el sector medio de la lámina (no se ha podido diferenciar la cutícula inferior de la superior).

Materiales:

PL1- 325, 723, 808, 1184.

PL2- 3, 12, 37, 44, 61, 96, 130, 132, 133, 139, 140, 163, 164, 167, 169, 170, 171, 177, 180, 212, 213, 218, 244, 250, 257, 259, 262, 264, 272, 273, 285, 289, 294, 296, 319, 329, 331, 335, 343, 347, 349, 363, 383, 393, 398, 402, 418, 419, 421, 446, 450, 457, 458, 480, 558, 559, 568, 592, 614, 635, 636, 646, 649, 690, 716, 722, 723, 737, 753, 757, 763, 764, 766, 767, 785, 818, 825, 829, 843, 855, 887, 908, 910, 922, 926, 929, 985, 1003, 1011, 1013, 1053, 1071, 1124, 1223, 1225, 1274, 1350, 1351, 1352, 1368, 1377, 1421, 1463, 1513, 1514, 1516, 1517, 1519, 1519, 1522, 1885.

OR2-53.

DR- 1, 3, 4, 25.

Observaciones:

El morfotipo SA018 posee todas las características del morfogénero *Podozamites* Braun; este morfogénero se encuentra descrito tan sólo por los caracteres de: hojas alternas, base foliar contraída y venación aproximadamente abierta pero mayormente paralela en el largo de la lámina foliar (cf. Seward, 1919) y que convergen uniéndose en el ápice. Bajo este morfogénero se han descrito hojas asignadas a Cycadales, Podocarpaceae y Araucariaceae. Se han propuesto varias divisiones

morfológicas de este morfógeno, como por ejemplo la creación del morfógeno *Nageiopteris* Fontaine, para las hojas más anchas y con caracteres más coniferoides. El morfógeno *Lindleycladus* Harris, también fue separado de las formas de *Podozamites* por un mayor ancho y sus caracteres cuticulares, ya que *Lindleycladus* posee estomas orientados longitudinalmente y *Podozamites* están orientados transversalmente (e.g. Doludenko, 1967).

El morfotipo SA018 posee todas las características de una hoja gimnosperma elíptica ancha, posible de observar sólo en la actualidad en *Agathis* y en algunas especies de Podocarpaceas con hojas grandes y anchas.

Dentro de las Podocarpaceas, las hojas del género *Nageia* no poseen vena media ni ordenes de venación diferenciados y es un carácter único para los géneros actuales de la familia Podocarpaceae (Page, 1988). Las especies de *Podocarpus* con hojas anchas generalmente sí poseen vena media marcada (e.g. *P. latifolius*, *P. guatemalensis*, *P. elongatus*, *P. confertus*, *P. macrophyllus*, *P. henkelli*). Ocurre vena media también en los géneros *Retrophyllum* y *Afrocarpus*, de las Podocarpaceae de la “Sección *Nageia*” (formalmente propuesta como *Decusocarpus*) y en *Prumnopitys*.

Hill y Pole (1992) reconocieron un giro particular en la salida de las hojas en los géneros de la sección *Nageia*. Donde el género *Retrophyllum* posee lo que ellos denominaron ejes planados heterofacialmente (*heterofacial flattening of shoots*) al girar la láminas subopuestas en diferentes direcciones; y donde en *Afrocarpus* y *Nageia* observaron ejes planados homofacialmente (*homofacial flattening of shoots*). El ejemplar PL2-1124 (morfotipo ejemplar) muestra dicha disposición de las láminas en la que una (la izquierda en la compresión) muestra el lado abaxial y la otra (derecha) el lado adaxial, por lo que correspondería a un eje planado heterofacialmente.

La disposición de las células subsidiarias en dos polares y dos laterales es característica en las Podocarpaceae; las laterales pueden presentar divisiones que complejizan la estructura del aparato estomático (Hill y Pole, 1992). Stockey y Ko (1988) describen, para la especie *Retrophyllum*, la característica en los estomas de poseer un anillo de Florin ubicado en una zona deprimida de la cutícula que lo rodea (*Florin ring sunken into the surrounding cuticle*); Hill y Pole (1992) lo confirman también para el mismo género (exceptuando la especie *R. comptonii* y en otras en donde el anillo de Florin es casi inexistente) y también para *Nageia*. Este carácter está presente en el morfotipo SA018.

Hill y Pole (1992) reconocen que en las especies actuales de *Nageia* las hojas pueden ser anfistomáticas o hipostomáticas dependiendo de la especie, los estomas siempre están irregularmente distribuidos en hileras discontinuas, con los estomas alineados mayormente paralelos al eje de la lámina, en las filas estomáticas los estomas están separados hasta por 4 células epidérmicas y donde las células epidérmicas cercanas a los estomas son más cortas que las de las filas entre-líneas

estomáticas. Las filas estomáticas pueden estar separadas por un número muy variable de filas de células epidérmicas. En la superficie externa, el anillo de Florin es prominente y muy diferenciado del resto de la cutícula. Ocurren ceras en la abertura estomática pero en ocasiones están ausentes. El resto de la superficie externa de la cutícula es mayormente lisa. En vista interna la cutícula muestra que la pared periclinal de las células epidérmicas es normal, pero las paredes anticlinales están levemente reforzadas y con prominentes poros. En vista interna se observa un profundo canal que rodea a las células de la guarda, correspondiente a la porción interna del anillo de Florin. Las paredes entre las células oclusivas se encuentran a veces engrosadas y no se extienden en los polos. Las paredes de las oclusivas y las subsidiarias laterales son más delgadas que las de las polares y el resto de las epidérmicas. Las paredes entre las laterales y las oclusivas son cortas, pero usualmente gruesas. Las oclusivas presentan extensiones polares angostas o delicadas sobre las polares sin unión con las laterales. Estos caracteres encuentran similitudes con los que se encontraron en el morfotipo SA018, si bien no son exactamente los mismos, un mejor análisis de estos caracteres en las cutículas podría resolver o distinguir en mejor forma las diferencias.

Dentro de las Araucariaceas, el género *Araucaria* no posee hojas con base angostas como SA018, y las hojas anchas son ovadas de bordes convexos, terminando en ápices agudos convexos o acuminados y la cutícula no muestra anillos de Florin marcados (Stockey, 1982), algunas especies pueden mostrar extensiones polares y obliteración del ostíolo por ceras (Stockey y Ko, 1986).

Agathis posee hojas sin vena media marcada, la cutícula en vista externa posee anillo de Florin marcado, el ostíolo se oblitera con ceras, los estomas se pueden disponer en varias orientaciones, alineados en filas interrumpidas; algunas especies muestran extensiones polares en las células oclusivas (Stockey y Taylor, 1981), mientras que *Araucaria* generalmente presenta terminaciones redondeadas en las células oclusivas, *Agathis* las presenta como extensiones bilobadas.

En el registro fósil se conocen algunas formas que pueden ser referidas al mismo taxón en base a los caracteres morfológicos externos y su rango de diversidad morfológica. En Argentina fue descripta la especie *Zamia tertiaria* Engelhardt para el yacimiento del Eoceno medio de Río Pichileufu (Berry, 1938; Wilf, *et al.*, 2005). La misma especie fue reconocida también para el yacimiento del Eoceno temprano (Wilf, *et al.*, 2003, 2005) de Laguna del Hunco (morfotipo TY010 en Wilf, *et al.*, 2005). Los caracteres morfológicos externos de esta especie coinciden con la variabilidad morfológica que muestra el morfotipo SA018, salvo que aparentemente no presenta una base “peciolar” tan marcada, posee disposición opuesta (*sensu* Berry, 1938), forma falcada, presenta una inflexión que genera un margen levemente cóncavo en el sector apical; la venación es en abanico, homogénea y bien marcada, se han contado 23 venas en la porción media de la lámina.

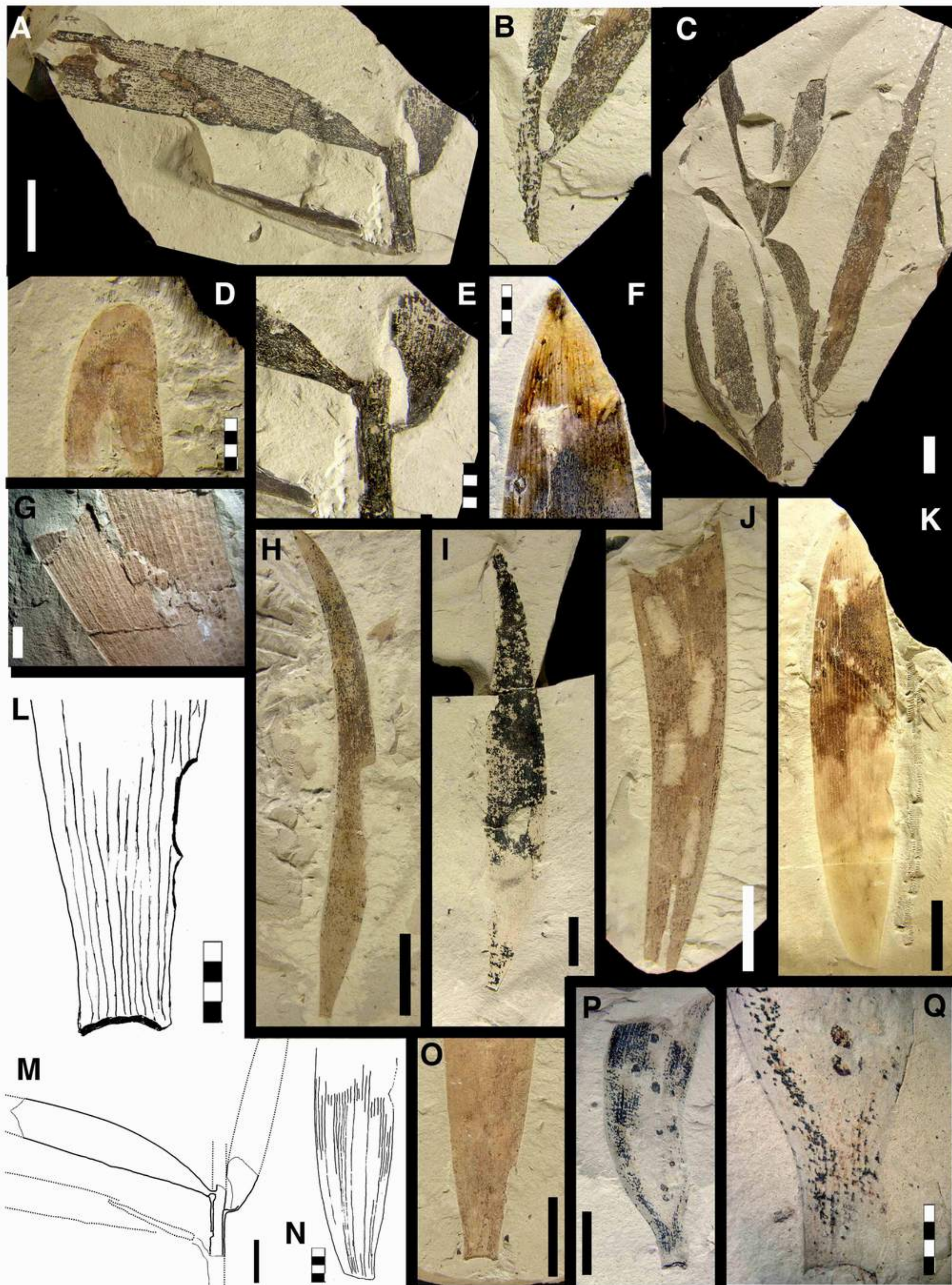


Lámina IX-33: Morfotipo SA018. A_ PL2-1124; B_ Detalle de base foliar de C; C_ PL2-1005, nótese la distribución foliar espiralada; D_ Apice foliar de PL2-763; E_ Detalle de base foliar en A; F_ Detalle de la venación confluyente en el ápice de K; G_ Detalle de venación en PL2-987; H_ PL2-180; I_ PL-130; J_ PL2-171 con daños por insectos; K_ PL2-1351; L_ Dibujo bajo cámara clara de O; M_ Dibujo digital y reconstrucción de A; N_ Dibujo bajo cámara clara de K; O_ Detalle de base en PL2-690; P-Q_ Detalle de base foliar en PL2-1003, con agallas. Escala rellena= 1cm. Escala rayada en milímetros.

Florin (1940) relaciona algunos ejemplares descriptos en Patagonia como *Araucaria* y *Sequoia* al género actual *Retrophyllum*; Hill y Pole (1992) observan que aunque estos ejemplares no presentan buena preservación en su cutícula, esta vinculación es posible.

Césari, *et al.*, 2001 describen a *Araucaria antarctica*, correspondiente a una especie de hojas anchas de coníferas, de forma similar a SA018, proveniente del Maastrichtiano en la Isla Vega de Antártida. Debido a que sus cutículas están caracterizadas por filas de estomas hundidos, con depositaciones de cera rellenando el poro estomático, la especie fue asignada a Araucariaceae. Este taxón además muestra una forma externa más elíptica con ápice agudo-cuneado, no presenta un angostamiento en la inserción al tallo, en la cutícula presentan estomas densamente dispuestos en bandas que alternan con bandas de fibras en la hipodermis, en ambos lados de las hojas anfiestomáticas (Césari, *et al.*, 2001).

Hill y Pole (1992) describen varios géneros y especies fósiles de hojas gimnospermas anchas que incluyen caracteres similares a SA018. *Smithsonia* es un género creado por estos autores al re-estudiar la cutícula de ejemplares descriptos por Greenwood (1987) como *Decussocarpus brownei* proveniente de sedimentos del Eoceno en Victoria, Australia, y otros materiales del Oligoceno de Tasmania. *Willungia* Hill y Pole, 1992 también corresponde a ejemplares con vena media marcada, del Oligoceno de Tasmania y del Eoceno en el Sur de Australia.

Por lo tanto de ser referido el morfotipo SA018 al género *Nageia* o, más probablemente a un diferente género pero vinculado a éste, correspondería al registro más antiguo para esa sección de Podocarpaceae, y el único registro para el Gondwana occidental (conjuntamente con los ejemplares de Patagonia descriptos por Florin en 1940 como *Retrophyllum*). Observando que estas formas estarían ampliamente distribuidas en la Formación Salamanca y probablemente en Patagonia durante el período del Paleoceno al Eoceno, por su presencia en la flora de Río Chico y Laguna del Hunco.

2. Morfotipo SA062, “*Dacrycarpus?*”

Morfotipo ejemplar. PL1-658 a, b

Lámina IX-34: Figuras A-B. Morfotipo SA062, “*Dacrycarpus?*”, PL1-658.

Descripción:

Hojas aciculares parcialmente adpresas al eje, de 4 mm. de largo no adpreso y 2 mm. de adpreso. Eje foliar recto o curvado apicalmente.

Fragmento de 4,5 cm. de largo correspondiente a un eje delgado, portando hojas adpresas.

Hojas aciculares, probablemente de sección romboidal o algo aplanada, de 0,55 mm. de diámetro. De 4 mm. de largo no adpreso y 2 mm. adpreso. Bastante uniformes en tamaño. Salen del

eje con ángulos de 45-60° espaciadas cada 2,7 mm. Con disposición helicada sin ortósticos. Eje recto o curvado en el ápice excéntricamente.

Material:

PL1-658 a, b

Observación:

Las características del morfotipo SA062 permiten incluirlo dentro del morfotipo *Elatocladus*. Muchos grupos de gimnospermas han generado hojas asignadas a este género. Pero por la forma de la hoja, tipo de preservación y densidad y disposición de las hojas en el tallo, este morfotipo puede ser vinculado con material de la flora de Laguna del Hunco, más abundante y en conexión orgánica con estructuras reproductivas, asignado a *Dacrycarpus*.

El único ejemplar del morfotipo SA062 presenta una pobre preservación; materiales preservando cutícula podrían resolver su asignación en forma más contundente.

3. Morfotipo SA071, Coniferal sp. 1

Morfotipo ejemplar. OR2-180 a, b

Lámina IX-34: Figuras C-E. C_ OR2-180; D_ OR2-181; E_ Detalle de hojas adpresas en E.

Descripción:

Hojas escuamiformes muy elongadas y adpresas al tallo, de 3 mm. de largo por 0,8 mm. de ancho, de disposición decusada irregular. Hojas de forma navicular, con una porción adpresa al tallo muy extendida en forma de media caña, y una porción libre que representa menos de ¼ de la lámina representando un ápice redondeado con borde grueso.

Material:

OR2-180 a,b; 181 a,b.

Observación:

En base a los caracteres foliares observados en el morfotipo SA071, éste podría ser ubicado dentro del morfogénero *Frenelopsis*, atribuido a la familia Cheirolepidiaceae. Esta familia ya tiene registros en la Formación Salamanca en base a granos de polen (Archangelsky, 1973; Bellosi, *et al.*, 2000).

Los dos únicos ejemplares reconocidos para el morfotipo SA071 presentan una pobre preservación, no obstante sus cutículas se preservaron, por lo que su estudio en un futuro mediano, podría resolver su asignación en forma más contundente.

Morfotipo SA073 Coniferal sp. 2

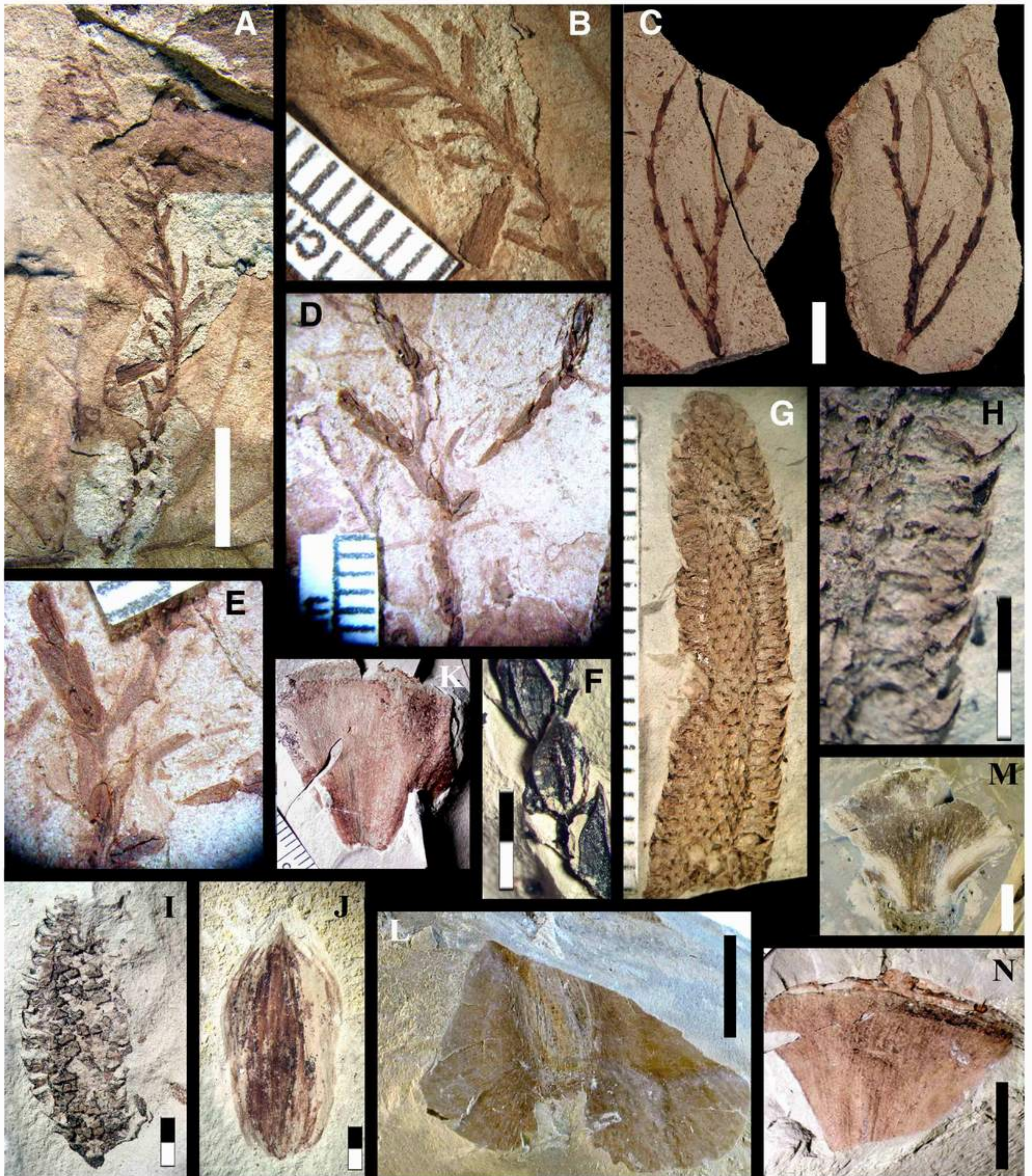


Lámina IX-34: Coníferas. Fig. A-B: Morfotipo SA062. A_ PL1-658; B_ Detalle de A. Fig. C-E: Morfotipo SA071. C_ OR2-180; D_ OR2-181; E_ Detalle de hojas en D. Fig. F: Morfotipo SA073, hojas escamosas de conífera. Fig. G-H: PL2-424, cono masculino sp.1. Fig. I: PL2-466, cono masculino sp.2. Fig. J: Semilla sp.1. Fig. K-N: Semillas de Araucariaceae. Escala entera= 1 cm. Escala rayada en milímetros.

Lámina IX-34: Figura F. PL2-658 a, b

Descripción:

Hojas escuamiformes de 2 mm. de largo por 1,3 mm. de ancho, elípticas ovadas con ápice acuminado terminando en una espina fuerte curvada levemente hacia el tallo. Hojas de disposición helicada con giro aproximado de 70-80°, levemente sobrepuestas (menos de 1/3 del largo). Hojas con cutícula muy gruesa, y una cresta medial gruesa que se desarrolla en toda la extensión de la hoja. Textura coriácea.

Material:

PL2-658 a,b.

Observación:

En base a los caracteres foliares observados en el morfotipo SA073, éste puede ser ubicado dentro del morfogénero *Brachiphyllum*. Existen muchos grupos de Coniferales que desarrollan estos tipos de hojas. Aunque existe un único ejemplar para el morfotipo SA062, éste presenta una muy buena preservación de la cutícula, y su estudio, seguramente, podrá resolver su asignación a una familia de gimnosperma en forma más contundente, en un estudio futuro mediato.

IX_4. MORFOTIPOS FOLIARES DE FILICOPHYTA (FILICALES)

1. Morfotipo SA025, Filical sp.1

Morfotipo ejemplar: PL1-136

Lámina IX-35: Figura O: Morfotipo SA025, PL1-136.

Descripción:

Fronde al menos 1-pinnada. Ráquis robusto de 0,7 mm. de ancho. Ráquis con dos surcos profundos de curso irregular. Pinnas falcadas unidas por toda su base, asimétricas, con una leve aurícula basal con venación suplida desde el ráquis. Ápice agudo de forma convexa. Margen crenado, con suaves crenas de 3-4 mm. Vena media bien marcada, mayormente de curso recto, se hace sinuosa en el ápice al salir las laterales. Venas laterales de disposición sub-alterna, de curso bifurcado una o dos veces, salen con ángulos agudos de la medial, se bifurcan una vez cerca de la vena media, divergiendo en ángulos de 30-45° y luego a mitad de recorrido por segunda vez terminando el recorrido en forma subparalela e intervando crean las crenas en número de una o dos. 12 venas por centímetro.

Materiales:

PL1- 136, 1170

OR2-149

Observación:

El material es demasiado fragmentario y escaso como para intentar comparaciones con formas fósiles y modernas, no obstante el tipo de venación, forma y margen de las pinnulas son marcadamente diferentes a otros morfotipos de la flora en estudio, justificando su asignación a una forma foliar diferente.

2. Morfotipo SA026, Filical sp.2

Morfotipo ejemplar: OR2-146

Lámina IX-35: Figuras A-C: Morfotipo SA026. A_ OR2-146, B_ OR2-151; C_ Detalle de venación en B.

Descripción:

Frondes aparentemente monopinnadas, con pinnas de hasta 7 cm. de largo por 1 cm. de ancho, de forma elíptica muy elongada (lorada). Vena media marcada de fuerte grosor (1 mm. de ancho) de recorrido levemente sinuoso. Venas laterales de recorrido paralelo, salen de la vena media cada 1 mm. en ángulos graves (70-80°), se bifurcan una vez muy cercanamente a la vena media para luego correr en forma paralela hasta alcanzar el margen. Margen liso o eroso, al terminar las venas laterales en pequeñas crenas.

Materiales:

OR2-146, 151, 154, 155.

Observación:

El material es estéril y demasiado fragmentario como para intentar comparaciones con formas fósiles y modernas, no obstante el tipo de venación y margen pinnular parecen corresponder con fragmentos de lóbulos delgados de frondes palmatilobadas del género *Lygodium*.

3. Morfotipo SA027, Filical sp.3

Morfotipo ejemplar: PL1-928

Lámina IX-35: Figuras D-G: Morfotipo SA027. D_ LF-163, E_ Fotografía de material proveniente del Yacimiento OR2, destruido en el campo; F_ PL1-928; G_ OR2-156.

Descripción:

Fronde bipinnada, de al menos 13 cm. de largo por 11,5 cm. de ancho, con pinnas de 1,5 a 5 cm. de largo, por 0,5 cm. de ancho, imparipinnada. Ráquíz de consistencia fuerte, de 0,25 cm. de grosor. Pinnas de forma ovada angosta en línea externa, imparilobadas. Pínnulas de forma oblongas en línea externa, con ápices redondeados. Pínnulas con vena media marcada, perdiendo el grosor hacia el ápice de la pinnula, resolviéndose en dicotomías, cada vena lateral principal inerva uno o dos lóbulos. Venas laterales salen en ángulos agudos y se bifurcan hasta tres veces antes de alcanzar el margen. Pínnulas de margen crenado o lobulado, presentan bases anchas, la porción basal es decurrente y, en la porción terminal de la pinna, las pínnulas contactan lateralmente conformando un margen crenado.

Materiales:

PL1-928

OR2-144, 153, 156 a,b

LF-163

Observación:

A pesar de corresponder a ejemplares bastante fragmentarios, el ejemplar ilustrado en la lámina IX-35, que desafortunadamente no pudo extraerse del campo por su alta fragilidad, permite una observación de la disposición bipinnada de la fronde. Las características de venación y forma de las pinnas pueden ser halladas en varias familias de Filicales.

4. Morfotipo SA064, *Lygodium* sp.

Morfotipo ejemplar: OR2-113

Lámina IX-35, Figuras H-M: Morfotipo SA064. H_ Detalle de ápice del lóbulo de K; I_ Detalle de venación en la base de K; J_ OR2-131 mostrando la venación en una escisión; K_ OR2-113; L_ Dibujo bajo cámara clara de K; M_ Dibujo bajo cámara clara de UBA-M6.

Descripción:

Lámina entera, elíptica simétrica, micrófila, de 2,5 cm. de largo, por 3 cm. de ancho, palmatilobada, con lóbulos de mayor desarrollo en la porción medial-apical y lóbulos de menor desarrollo en la porción basal. Base cóncava de ángulo obtuso. Lámina simétricamente escindida en la porción apical, separando dos hemiláminas por una escisión que llega a más de la mitad del largo foliar.

Lóbulos de forma ovada, de hasta 1,3 cm. de longitud por 0,6 cm. de ancho, de ápice redondeado y ángulo agudo. Senos agudos o rectos.

Venación dicótoma-flabelada, pero con venas principales marcadas. Venación principal suplida por una única vena que se bifurca en la base misma de la hoja (contacto con el pecíolo) diferenciando la venación de cada hemilámina. La segunda bifurcación en cada rama lateral a 30°, diferencia la venación a nivel de cada lóbulo. Venas principales de lóbulos levemente más gruesas que las laterales, de recorrido zigzagueante al bifurcarse pseudomopódicamente para emitir la venación lateral, y perdiendo el grosor en el ápice resolviéndose en series de dicotomías. Venación lateral, saliendo de la vena media del lóbulo en ángulo agudo, se bifurcan dos o tres veces a equidistancias con recorrido curvo convexo homogéneo. En el margen la venación lateral se bifurca repetidas veces y ocurren anastomosis generando un retículo. Venación del seno, partiendo de venas laterales de ambos lóbulos adyacentes, con venas que corren paralelamente.

Materiales:

OR2- 113, 130, 131, 132, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 141, 142, 145, 149.

Observación:

La venación, forma y tamaño de la lámina, es característico del género *Lygodium*, género monotípico de la Familia Lygodiaceae, o incluido dentro de la Familia Schizaceae.

El registro de ligodiáceas en Sudamérica corresponde a una única descripción de hojas fósiles con asociación estrecha a estructuras reproductivas de la familia, hallado en sedimentos del Terciario inferior en la localidad de Lota Coronel (Paleoceno superior?-Eoceno medio) descrito por Halle (1940) como *Lygodium skottsbergii*. Esta forma se asemeja al morfotipo SA064 en presentar una lámina entera palmatilobada, con base truncada o cóncava, con venas principales marcadas en los lóbulos, perdiendo grosor hacia el ápice. Difieren en ser mayormente formas trilobadas, con base truncada o lobada (Halle, 1940; Fig. 1a.).

L. kaufussi es conocida para el Eoceno de América del Norte y para el Eoceno-Oligoceno de Europa (Manchester, 1987), esta especie muestra gran variabilidad en las hojas estériles, tanto en los tamaños como en la forma y lobación. El morfotipo SA064 posee lóbulos más anchos y cortos, pero la descripción original incluiría la forma de la Formación Salamanca. Para una mejor asignación a la especie se requiere material fértil o más completo y diverso.

Las ligodiáceas actualmente poseen una distribución pantropical, incluyendo especies tropicales de Sudamérica, con pocas especies de climas templados en Nueva Zelanda. El registro fósil para el género se puede rastrear hasta el Cretácico superior (Debey y Ettingshausen, 1859, Brown, 1943), y en el Eoceno aparentemente tuvo una fuerte expansión reconociéndose en varios yacimientos del mundo (Manchester, 1987).

Las especies sudamericanas de *Lygodium* presentan láminas bipinnadas. La especie actual *L. palmatum* con láminas palmatilobadas, es conocida para el este de Estados Unidos de Norteamérica;

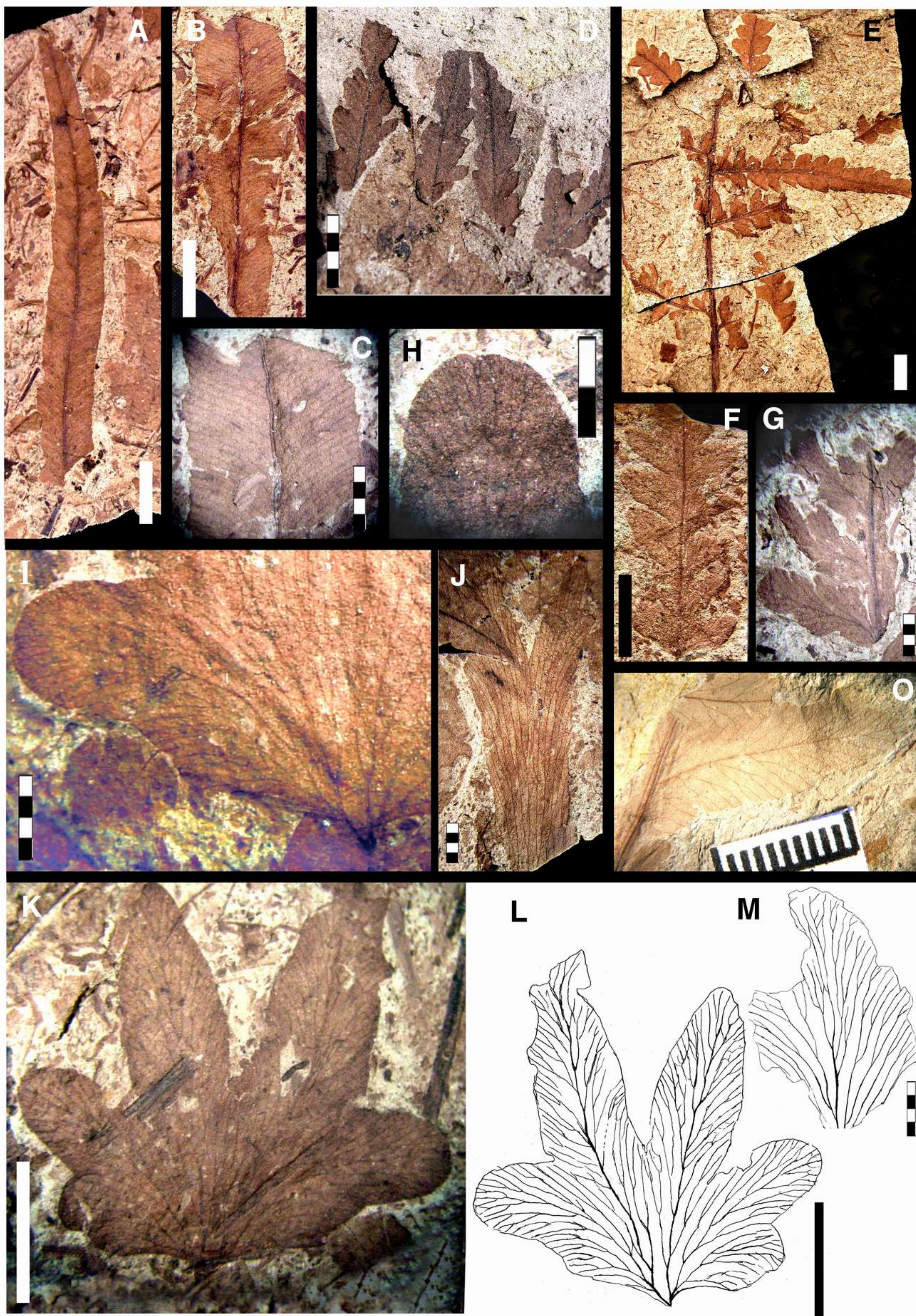


Lámina IX-35, Filicales. Fig. A-C: Morfotipo SA026. A_ OR2-146; B_ OR2-151; C_ Detalle de venación en B. Fig. D-G: Morfotipo SA027. D_ LF-27; E_ Material OR2 (no preservado en colección); F_ . PL1-928; G_ OR2-156. Fig. H-M: Morfotipo SA064, *Lygodium* sp. H_ Detalle de ápice en K; I_ Detalle de venación basal en K; J_ OR2-131; K_ OR2-113; L_ Dibujo bajo cámara clara de K; M_ Dibujo bajo cámara clara de UBA-M6. Fig. O: Morfotipo SA025, PL1-136. Escala entera = 1 cm. Escala rayada en milímetros.

esta especie también presenta una gran variabilidad en su forma, incluyendo formas similares al morfotipo SA064.

IX_5. Conclusiones de la Sección IX:

Las tafofloras de compresiones/impresiones de restos foliares reconocidas para el Paleoceno del oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge, corresponde a una flora fósil diversa con buena preservación de caracteres arquitecturales foliares en detalle que permite identificar este registro de megafósiles, como el más completo y diverso para el Paleoceno de Sudamérica. La preservación de la megaflore de compresiones/impresiones está caracterizada por una dominancia de angiospermas, con presencia de gimnospermas y helechos muy subordinada. Las Gimnospermas están caracterizadas por tres morfotipos foliares y estructuras reproductivas en conos y semillas (Láminas IX-33 y IX-34), pero sólo llegan a alcanzar un 9 % de representatividad en las tafofloras de compresiones/impresiones, y dentro del cual el morfotipo SA018 posee más del 90 % de esa representatividad, reconociéndose en todos los yacimientos analizados, y aparentemente, correspondiendo a una forma común para el Paleoceno y Eoceno de Patagonia. Las Filicales están representadas por cuatro morfotipos foliares, todos estériles, pero fácilmente diferenciables, que no llegan a representaciones del orden del 3 % en las tafofloras.

Dentro de los 44 morfotipos foliares de Angiospermophyta reconocidos, 39 corresponden a Dicotiledóneas y 5 a monocotiledóneas (SA032, SA053, SA061, SA072); En base a los cuales se han podido reconocer 20 familias de dicotiledóneas y una de Monocotiledónea (Tabla IX.1). Se han reconocido las 11 especies de angiospermas previamente descritas por Berry (1937a) para la flora de la Formación Salamanca más otras 21 nuevas para la Formación Salamanca y tres nuevas para la Formación Peñas Coloradas, de las cuales tres son exclusivas para la misma y 14 son compartidas con la Formación Salamanca (Tabla X.2), totalizando 23 formas foliares de Dicotiledóneas nuevas para el Paleoceno de la Cuenca del Golfo San Jorge.

Taba IX.1: Asignación sistemática de los morfotipos foliares reconocidos para el Paleoceno inferior (Formación Salamanca) en el oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge.

Morfotipo	Taxón	Afinidad en este trabajo
SA001	<i>Akania</i> n. sp.	Akaniaceae
SA004	" <i>Dryophyllum</i> " <i>australis</i> Berry 1937	Nothofagaceae
SA008	n. sp.	Rosaceae
SA009	" <i>Cissites</i> " <i>patagonicum</i> Berry 1937	¿Vitaceae? – ¿Euphorbiaceae?
SA010	<i>L. (O.) piatnitzkyi</i> Berry 1937	Lauraceae
SA014	" <i>Sterculia</i> " <i>acuminataloba</i> Berry 1937	Malvaceae
SA016	n. sp.	¿Myrtales?
SA018	" <i>Zamia</i> " <i>tertiaria</i> Engelhardt	Podocarpaceae
SA 019	n. gen. et sp.	¿Cochlospermaceae?
SA020	n. sp.	¿Cunoniaceae - Sapindaceae?
SA032	n. sp.	Arecaceae
SA041	n. gen. et sp.	Rhamnaceae
SA 043	n. sp.	Sapindaceae
SA 045	n. sp.	Fabaceae
SA046	<i>L. (N.) chubutensis</i> Berry 1937	Lauraceae
SA047	n. gen. et sp.	¿Platanaceae?
SA048	<i>Banaraphyllum ovatum</i> Berry 1937	¿Flacourtiaceae?
SA049	" <i>Myrica</i> " <i>premira</i> Berry 1937	¿Myricaceae - Cunoniaceae?
SA050	n. sp.	¿Myrtaceae?
SA 051	n. gen. et sp.	¿Urticaceae?
SA 052	n. sp.	Sapindaceae
SA056	n. gen. et sp.	¿Lauraceae?
SA057	n. gen. et sp.	¿Malphiaceae?
SA060	n. sp.	Menispermaceae
SA061	n. gen. et sp.	¿Zingiberaceae?
SA065	n. sp.	Arecaceae
SA072	n. sp.	Arecaceae

Akaniaceae

El morfotipo SA001 es adjudicado a una nueva especie de *Akania*, y correspondería al registro fósil más antiguo para la Familia. Actualmente la familia es monotípica, con la especie *A. bidwillii* que vive en selvas lluviosas tropicales y subtropicales del NE de Australia.

La existencia de al menos 3 especies de *Akania* durante el Paleógeno de Patagonia, indicaría que esta familia se encontraría mejor diversificada en dicho período, así como ampliamente distribuida indicando una conexión florística con la región de Australasia.

“Sterculiaceae”

Los morfotipos SA014, SA019 y SA058, hallados prácticamente en todos los yacimientos del Paleoceno de este trabajo, corresponden a un grupo de formas foliares que han sido identificadas en la bibliografía paleobotánica como correspondientes al género *Sterculia*. Los caracteres arquitecturales de las formas foliares estudiadas en esta tesis no son concluyentes en sus determinaciones, pero no se han podido vincular con características arquitecturales dentro de la Familia Sterculiaceae.

Sin dudas, las formas foliares descritas como “*Sterculia*” para el Cretácico-Paleógeno en el sur de Sudamérica, aunque aún con dudas en su asignación genérica y de familia, poseen un registro fósil con cierta continuidad y diversificación de caracteres foliares a lo largo de los yacimientos fósiles de Patagonia, que permiten evidenciar la necesidad de su estudio en profundidad, en un futuro mediano, debido a su importancia biogeográfica en la región así como bioestratigráfica y evolutiva.

Nothofagaceae

En base a la comparación de las hojas de especies actuales del género *Nothofagus*, es posible indicar que el grado de complejidad de los dientes en el margen de la hoja y la venación de segundo orden del morfotipo SA004 “*Dryophyllum*” *australis*, posee mayores afinidades con especies actuales de Sudamérica, mientras que la textura y el tamaño foliar se relacionarían más con especies de latitudes bajas, en Nueva Caledonia y Nueva Guinea. Por lo tanto, podría postularse que el morfotipo SA004 tendría mayor afinidad arquitectural con las especies actuales de Sudamérica, pero que el desarrollo de la lámina estaría evidenciando condiciones climáticas más cálidas, actualmente alcanzadas por la familia en el norte de Oceanía.

Cook y Crisp (2005), determinaron, en base a aproximaciones edad-molecular, las edades probables de los diversos subgéneros de *Nothofagus*, concluyendo que las especies desarrolladas en Australasia son muy jóvenes en la historia y que habrían derivado de las especies Sudamericanas a partir de los 50 ma. Por otro lado, suponen la divergencia de las Nothofagaceas, del resto de las Fagales, hacia los 84 ma. Por lo que el morfotipo SA004 correspondería a un stock ancestral que bien podría ser de amplia distribución en Gondwana; que se habría desarrollado en climas mucho más benignos que las especies actuales del dominio subantártico.

El género *Nothofagus* en el registro fósil, es conocido desde el Santoniano, para altas latitudes en Antártida, y alcanza Nueva Zelanda antes del Campaniano (Romero, 1986). Para Nueva Guinea el registro comienza en el Mioceno (Cook y Crisp, 2005). El registro más antiguo de compresiones/impresiones de hojas para Sudamérica correspondía al Eoceno de Río Turbio y Ligorio Márquez (Yoshida, 1990; Okuda, *et al.*, 2006), aunque los granos de polen tienen su registro a partir

del Paleoceno (Zamaloa y Andreis, 1995). El registro del género en el Paleoceno de las floras aquí estudiadas correspondería al más antiguo para el continente.

Evidentemente la asignación del morfotipo SA004 al género *Nothofagus* corresponde a un importante registro de megaflora para el análisis paleobiogeográfico del género y la familia.

Lauraceae

Las características particulares de hojas elípticas u ovadas, con margen entero, desarrollo de *drip tips*, textura cartácea, venación primaria pinnada, venación secundaria broquidódroma o broquidódroma leve, presencia de *resin dots* y cutículas gruesas, han permitido reconocer tres morfotipos foliares correspondientes a esta familia: SA010, SA046 y SA056.

El desarrollo y diversidad de este grupo dentro de una flora, caracteriza climas cálidos y muy húmedos; y si bien éste no es el caso dentro de las floras en estudio, su preservación muestra una incipiente diversidad foliar y una constante presencia con alta proporción en las tafofloras, en todos los yacimientos.

Myrtaceae

El registro de esta familia en la megaflora de compresiones/impresiones estudiada en este trabajo, no se encuentra contundentemente afirmada. Los caracteres arquitecturales de los morfotipos SA016 y SA050 presentan rasgos que podrían estar indicando su asignación.

El registro de Myrtaceae para la Formación Salamanca se encuentra validado por la presencia de un leño permineralizado asignado al género *Myrceugenia* (Ragonese, 1980); y para Patagonia se reconocen diversas formas foliares fósiles asignadas a esta familia ya desde el Cretácico superior (Hunicken, 1995; Passalía, 2001; Iglesias, *et al.*, 2007).

El estudio del material cuticular hallado sobre muchas de las compresiones foliares de la Formación Salamanca, podrá entregar mejores asignaciones al registro para esta familia, en un futuro mediano.

Arecaceae (=Palmae)

Moore y Uhl (1973) han sugerido que el grupo de las Palmae puede haberse originado en el oeste del Gondwana, en lo que hoy es Sudamérica, durante el Cretácico como plantas relativamente pequeñas pero leñosas adaptadas a climas secos, estacionales y templados. El registro en Sudamérica comienza en el Cretácico superior de Argentina y Chile, y durante el Terciario muestra un incremento gradual en la diversidad con buenos registros en Brasil, Perú, Colombia, Chile y Argentina.

Los estudios de fósiles de palmeras comenzaron 30 años atrás con descripciones de estípites permineralizados del Cretácico superior tardío en Patagonia, los cuales constituyen uno de los registros más antiguos para la familia, particularmente con grupos como: Sabaloide, Coccoide y Phoenicoide (Ancibor, 1995). Los registros de estípites de palmeras para el Paleoceno prosiguen con los grupos Sabaloide, Coccoide y Bactrioide (Romero, 1968; Arguijo, 1979, 1981). También Somoza *et al.* (1995) indican tallos y frutos de palmeras para el Miembro Hansen (Formación Salamanca) en las cercanías de la Estancia Las Violetas en el este de la Provincia de Chubut.

El registro polínico también es conspicuo en los sedimentos del Cretácico-Paleoceno, incluyendo más de 6 morfogéneros polínicos para la Formación Salamanca (*Confertisulcites*, *Longapertites*, *Monosulcites*, *Proxapertites*, *Sabalpollenites*, *Spinizonocolpites*). Los registros de fitolitos también denotan la abundancia de este grupo en varios ambientes del Paleoceno inferior del Centro de la Provincia de Chubut (Zucol, *et al.*, 2004; Matheos, *et al.*, 2005). Matheos *et al.* (2005) reconocen la presencia de globulolitas, asignadas a la Familia Arecaceae.

Los morfotipos foliares SA032, SA065 y SA072 del presente trabajo, corresponden las primeras descripciones de formas foliares para el registro fósil del Paleoceno para el sur de Sudamérica. El morfotipo SA065 de la Formación Salamanca, aunque con preservación muy fragmentaria, está evidenciando caracteres propios en la arquitectura foliar que podrían pertenecer a grupos de palmeras extintos o relacionados los grupos de las Coryphoide-Iriartoide.

Todos estos registros y sus afinidades, permiten concluir que durante el Paleoceno, el grupo de las Palmae fue relativamente diverso y ampliamente disperso en Patagonia, representando un stock ancestral importante para la restante flora Paleógena y Neógena de Sudamérica.

Fabaceae

Las Fabaceae, con aproximadamente 700 géneros con distribución cosmopolita, representan un componentes muy significativos en las comunidades vegetales subtropicales y tropicales (Heywood, 1993). El primer registro fósil de la familia Fabaceae corresponde de un leño permineralizado proveniente del Cretácico superior de Sudán, que fue relacionado estrechamente con el género *Cassia* L perteneciente a las Caesalpinoideae (Giraud y Lejal-Nicol, 1989; Wheeler y Baas, 1992). Por su parte las Mimosoideae comienzan su registro fósil más recientemente en el Paleógeno (Crepet y Taylor, 1985; Crepet & Taylor, 1986). Para tiempos del Eoceno, la familia posee varios registros en todo el mundo, en Argentina las floras de Laguna del Hunco y Pichileufu son ejemplos de una incipiente diversificación.

De niveles del Miembro Medio (este trabajo) de la Formación Salamanca, se ha obtenido un ejemplar de leño permineralizado, que es asignado a una nueva especie de *Paracacioxylon* Müller-

Stoll y Madel (Brea, *et al.*, en revisión). El nuevo registro tanto de leños como de folíolos del morfotipo SA045, representa no sólo el registro más antiguo de la familia Fabaceae para Sudamérica, sino que además, sería el segundo en antigüedad a escala mundial.

Sapindaceae

Esta familia estaría representada por los morfotipos SA043, SA020 y SA052, en varios de los yacimientos fosilíferos analizados en este trabajo, por lo que también correspondería a un grupo con buena representación en la flora de la región durante el Paleoceno.

Menispermaceae

Esta familia está representada por un único ejemplar de hoja correspondiente al morfotipo SA060, que presenta similitudes con los géneros *Arcangelisia* (*e.g.* *A. lemniscata*, Lámina IX-30, Figura C, en esta tesis), *Abuta* (*e.g.* *A. splendida*), *Coscinium* (*e.g.* *C. vistatum*) y *Epinetrum* (*e.g.* *E. villosum*). Estos géneros están representados por plantas trepadoras de bosques tropicales y subtropicales de Sudamérica. El registro de la Formación Salamanca corresponde al único fósil para Sudamérica.

Podocarpaceae.

El registro fósil de esta familia para la Formación Salamanca no es novedoso, el registro polínico y el análisis de los leños permineralizado ya habían asignado su presencia en los sedimentos del Paleoceno (*e.g.* Archangelsky, 1973; Petriella, 1972; Petriella y Archangelsky, 1975; Bellosi, *et al.*, 2000; Zamuner, *et al.*, 2003; Matheos, *et al.*, 2005). El material de compresiones/impresiones puede discriminar mucho mejor las vinculaciones con géneros fósiles y modernos dentro de esta familia. El registro del morfotipo SA018 en esta flora, permite reconocer una vinculación con la sección *Nageia*; sección que comprende géneros que hasta el momento no se conocían fuera de la región Australásica. Este registro es otro de los que inferirían condiciones de clima cálido con altas precipitaciones para los tiempos de la depositación de la Formación Salamanca. Aparentemente, el registro del morfotipo SA018 se podría seguir hasta el Eoceno medio, en las floras de Laguna del Hunco y Río Pichileufu con la especie “*Zamia*” *tertiaria*, evidenciando un largo período de existencia para este grupo en continente Sudamericano.

El registro de Podocarpaceae también estaría representados por numerosas compresiones de conos masculinos muy bien preservados, en los que se identifica la presencia de escamas fértiles con largas proyecciones apicales y con dos sacos polínicos abaxiales (Lámina 34, Figuras: G-H).

Araucariaceae

En la macroflora recolectada, el registro de esta familia está evidenciado sólo en base a compresiones de semillas que muestran la bráctea y escama fusionadas característica de las Araucariaceae (Lámina 34, Figuras K-N), y una gran expansión en forma de ala, posible de reconocer en varias especies de *Araucaria* fósiles y de Oceanía.

Lygodiaceae

El morfotipo SA064, corresponde al segundo registro fósil para el género en Sudamérica, correspondiendo al registro más antiguo. El género se caracteriza por presentar hábito trepador en bosques tropicales y subtropicales, por lo que también corresponde a un registro importante desde el punto de vista paleoclimático y paleoambiental.

SECCIÓN X. PALEOCLIMATOLOGÍA

X.1_ GENERALIDADES

El estudio de los climas del pasado, nos permiten entender muchos de los patrones climáticos del presente y de la evolución de las floras, demostrando que las características de la fisonomía vegetal actual están relacionadas con una larga historia de sucesos ocurridos sobre el continente y el planeta.

El objetivo de este capítulo es obtener estimaciones de parámetros climáticos a partir de la flora recolectada y, caracterizar a la megaflore y a la región desde el punto de vista paleoclimático; y emplazar su situación en un contexto del desarrollo paleoclimático durante el Paleógeno temprano. Primero se hace una reseña de las metodologías que se han aplicado a megaflores para el estudio de paleoclimas y se explica el motivo de elección de aquellas que presentan un mayor grado de confiabilidad en las inferencias de los parámetros climáticos. Finalmente, se interpretan los resultados en un análisis holístico y se confrontan con otras fuentes de datos previas, aportadas desde otras disciplinas, que analizan los sedimentos y la región durante el Paleoceno.

El estudio de los paleoclimas en base a floras fósiles del Paleógeno en el Continente Sudamericano se puede remontar a trabajos de Berry (1921, 1938, 1940), Menéndez (1964, 1969, 1971), Volkheimer (1971), Archangelsky y Romero (1974), Petriella y Archangelsky (1975). Romero (1986) propuso la diferenciación de tres paleoflores (flora fósil caracterizada por su composición taxonómica y caracteres vegetacionales) para el Sur de Sudamérica: una paleoflora tropical, caracterizada por poseer géneros o ancestros de grupos actualmente exclusivos de la región fitogeografía neotropical, una paleoflora antártica, caracterizada por poseer géneros o ancestros de grupos actualmente exclusivos de la región fitogeografía antártica; y una paleoflora mixta, caracterizada por poseer géneros o ancestros de ambas regiones coexistiendo. Bajo esta proposición, la flora fósil hasta entonces descripta para la Formación Salamanca, se ubicaba en la paleoflora tropical sin presencia de *Nothofagus* (Romero, 1986).

Los estudios climáticos a través del Paleógeno han tenido un creciente auge en el desarrollo científico de los últimos diez años. Esto es, en parte, debido al incremento de nuevas metodologías propuestas en diversos trabajos científicos, que permiten interpretar datos paleoclimáticos con sustento estadístico. Su resultado se observa por la abundancia de trabajos y reuniones científicas principalmente abocados al estudio de los cambios climáticos a través del Paleógeno y Neógeno. Los cambios climáticos acaecidos en el límite Paleoceno-Eoceno (PETM= *Paleocene-Eocene thermal maximum*) y el máximo climático del Eoceno (EMO= *Eocene maximum optimum*) presentan una

especial atracción, debido a que corresponden a patrones paleoclimáticos observables a escala mundial en base a una variada gama de evidencias geológicas, geoquímicas y paleontológicas. La mayoría de la bibliografía se basa fundamentalmente en la relación de isótopos de Oxígeno y Carbono, posibles de medir en testigos corona de perforaciones, exoesqueletos calcáreos de invertebrados marinos, dientes de vertebrados o materia orgánica concentrada en el sedimento. Actualmente, a lo largo del Paleógeno es posible medir cambios de temperatura muy graduales hacia los máximos de temperatura del Paleoceno/Eoceno y del Eoceno.

Las plantas terrestres, representan aquella fracción de los seres vivos que, en general fijan al sustrato, tienen menores posibilidades de escapar de las influencias directas del clima; y debido a que soportar las imperancias del clima a lo largo de las distintas estaciones del año (las plantas no estacionales) o de amplitud mayor (*i.e.* las plurianuales o leñosas) sus adaptaciones morfológico-fisiológicas son evidencias de las condiciones medias del clima para una localidad o región determinada. Numerosos factores climáticos pueden reconocerse como los causantes de la morfología y fisiología de las plantas, como el viento, la humedad, la sequía, la radiación solar, etc., pero todos pueden resumirse en dos que son claves para la fisiología vegetal: la temperatura y la humedad, debido al rol que juegan en el proceso de evapo-transpiración y, consecuentemente, en la fotosíntesis.

Si bien todos los órganos de una planta contribuyen a una respuesta general ante los factores climáticos que actúan en un individuo, la hoja es el órgano vegetal que juega un rol clave en las adaptaciones ambientales, ya que es aquella parte de la planta que permite un equilibrio entre una función fotosintética eficiente y el intercambio de gases (con mínima pérdida de agua), manteniendo la circulación de agua dentro del organismo. Todo ello debe ajustarse a un mínimo de tejido estructural en la hoja, debido al gasto energético de construcción. Producto de esto, existen un número limitado de “soluciones estructurales” que pueden responder satisfactoriamente a las condiciones ambientales, existiendo una respuesta generalizada de las angiospermas, independientemente de la afinidad taxonómica (Bailey y Sinnott, 1916; Spicer, 1999), que también podemos suponer invariable en el tiempo (al menos desde que las angiospermas dominan ecosistemas semejantes a los actuales).

El análisis de una flora en su conjunto, permite soslayar pequeñas desviaciones en la interpretación climática que puedan surgir del análisis pormenorizado de un único individuo. Las angiospermas, en especial las dicotiledóneas, representan un elemento clave para las interpretaciones climáticas, ya que poseen una gran plasticidad morfo-estructural y, en general, dominan los ecosistemas en forma politépica, con lo que nos permite la observación de una respuesta generalizada de varios clados por separado.

Las variaciones arquitecturales de las hojas son posibles de reconocer no sólo entre linajes de plantas sino dentro de una planta individual. De hecho, en un bosque, las hojas ubicadas en lo más alto de un dosel, expuestas a altos niveles de radiación solar y vientos, tienden a ser pequeñas y gruesas, en cambio las ubicadas debajo de un denso canopy expuestas a ambientes más húmedos y sombríos, tienden a ser hojas grandes y de espesor fino. Similares respuestas se observan en un mismo individuo al exponerlo a diferentes situaciones en laboratorio.

Bailey y Sinnott (1915, 1916) fueron pioneros en el campo del estudio climatológico en base a hojas fósiles; quienes observaron una relación positiva robusta entre el valor de temperatura y el porcentaje de especies de dicotiledóneas con hojas de margen entero, sugiriendo su uso como paleotermómetro. Posteriormente Berry (1916), Chaney y Sanborn (1933), Wolfe y Hopkings (1967), Wolfe (1971, 1978) y Givnish (1984) reconocieron esta relación positiva entre la temperatura y el porcentaje de hojas con margen dentado en otras floras actuales.

Wolfe (1993) desarrolló uno de los más complejos estudios vinculados al análisis de paleoclimas mediante megafloras de compresiones/impresiones foliares, con el objeto de obtener la mayor cantidad de variables climáticas posibles. Sus análisis concluyeron un modelo denominado ***Climate Leaf Analysis Multivariate Program (CLAMP)*** basado en el análisis de correspondencia canónica entre 31 caracteres arquitecturales relevados en la morfología de las hojas. El análisis climático mediante **CLAMP** es bastante laborioso por tener que relevar 29 caracteres de al menos 20 especies diferentes de hojas, como para obtener valores con índices más o menos confiables dentro del modelo; y aún así, muchos de los caracteres necesarios están sujetos a polaridades subjetivas por parte de los investigadores (Wilf, 1997) o sujetos a promediar caracteres que son muy variables en una misma especie, introduciendo errores en el modelo. Por ello, el análisis de climas por medio del **CLAMP** y también otros en general, encuentran caracteres arquitecturales foliares que son más explicativos de ciertos atributos climáticos y otorga diferente peso a ellos. El análisis por **CLAMP** encuentra un gran atractivo para interpretaciones paleoclimáticas, ya que ordena los caracteres de la arquitectura foliar con múltiples variables ambientales como temperaturas máximas, extensión del receso invernal, estacionalidad de las lluvias, etc., pero todas estas interpretaciones poseen un grado de certidumbre muy bajo o con grandes sobrestimaciones de los valores (Wilf, *et al.*, 1998). Las dos variables climáticas que mejor se ajustan en el CLAMP, son la **temperatura media anual (MAT)** y la **precipitación media anual (MAP)** que se alinean en mayor medida con los caracteres de margen foliar y tamaño de la hoja, respectivamente. Estas dos últimas correlaciones de caracteres foliares y caracteres climáticos son las que utilizan otros dos modelos, que se basan en una relación univariada positiva entre los parámetros y que, además, resultan tener mejores aproximaciones de la **MAT** y la **MAP** con un mayor grado de certeza testeado en floras actuales y, consecuentemente, poseen un

mayor “poder” en el modelo (*i.e.* más simples, con datos de partida más concretos y con resultados más significativos). Estos modelos corresponden al “análisis de margen foliar” (***Leaf Margin Analysis***, Wolfe, 1979; Wing y Greenwood, 1993 y Wilf, 1997) y el “análisis de área foliar” (***Leaf Area Analysis***, Wilf, *et al.*, 1998). Estos dos tipos de análisis requieren como mínimo 30 especies de hojas y estados de caracteres arquitecturales muy fáciles de discernir como el carácter de margen foliar dentado (dentado, serrado o crenado) o entero (margen liso); y para el segundo modelo, la medición del área foliar promedio para especie, que puede calcularse fácilmente teniendo el largo y el ancho de las hojas, o por medio de comparaciones con láminas a escala.

Wolfe (1979) fue el primero en describir la técnica de *leaf margin analysis*, pero sólo utilizó datos de bosques de Asia para su desarrollo y, en consecuencia, su análisis careció de amplitud en rangos de temperatura y fisonomías vegetales. Wolfe (1993) intentó la predictibilidad utilizando el **CLAMP**, mediante análisis de correspondencia canónica, pero no tuvo precisión en sus resultados. Wing y Greenwood (1993), y una serie de autores posteriores, utilizaron los mismos caracteres utilizados en el **CLAMP** para analizar, por medio de regresión múltiple, la relación con la temperatura media anual, eliminando sucesivamente aquellos caracteres sin “significancia estadística”. Algunos *test* sobre ésta última técnica, en bosques actuales, evidencian una subestimación de la temperatura media anual y una sobrestimación de la precipitación (Jacobs y Deino, 1996; Wilf, 1996; Wilf, *et al.*, 1997).

Wilf (1997) utilizando nueve localidades diferentes del Continente Americano, y con sub-muestreos dentro de ellas, testeó el poder de cada modelo en la predicción de la temperatura media anual, demostrando que la técnica de *leaf margin analysis* provee una muy buena estimación de la temperatura media anual, utilizando inclusive valores de riqueza específica menores a las requeridas por los modelos multivariados y basándose en un único carácter simple y conciso de medir (tipo de margen foliar).

Estimaciones propuestas por medio del análisis de margen foliar, han mostrado similitudes con otros métodos de aproximaciones geológicas, como las tendencias de temperaturas marinas, patrones de diversidad de reptiles, y con las curvas de trazas de isótopos de oxígeno estable en incrustaciones de hematitas de huesos fósiles (Wilf, 1997).

Aunque actualmente no se han encontrado procesos que relacionan, en forma robusta, el tipo margen de hojas (dentado vs. entero) con el clima, una serie de trabajos fisiológicos acerca del margen foliar dan indicios sobre esta relación, encontrando que: a) la actividad fisiológica del margen foliar es mayor durante el comienzo de la estación de crecimiento (Royer y Wilf, 2006) y que b) el margen foliar es respiratoriamente y fotosintéticamente más activo en las especies dentadas o lobadas que en las de margen entero (Baker-Brosh y Peet, 1997) y que, a su vez, c) también es más activo en

especies nativas de climas templado-fríos (Royer y Wilf, 2006). La presencia de dientes está fuertemente asociada con el movimiento del agua en la hoja, al incrementar la superficie de evapotranspiración y proveer mecanismos más eficientes para la gutación. Las especies dentadas son comunes en ambientes de clima seco, salinos u otros ambientes con factores limitantes.

Utilizando regresión simple entre temperatura media anual y el porcentaje de dicotiledóneas leñosas con hojas de margen entero en la flora, Wing y Greenwood (1993) logran la siguiente ecuación:

$$\text{LMAT} = 30,6 * P + 1,14$$

Donde **LMAT** es la temperatura media anual estimada por medio de hojas (leaf-estimated mean annual temperature); y **P** es el porcentaje expresado en 1 por ciento, de las especies de dicotiledóneas leñosas de hojas con margen entero en la muestra.

Wilf, *et al.* (1997) conjugan esta ecuación y proveen el desvío estándar para la técnica, expresado en grados Celsius:

$$\sigma[\text{LMAT}] = 30,6 \cdot \sqrt{P * (1-P) / r}$$

donde: $\sigma[\text{LMAT}]$ es el desvío estándar de LMAT expresado en grados Celsius (°C); y **r** es el total de especies en la muestra.

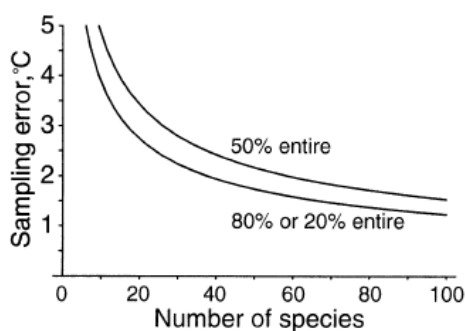


Figura 10.1: Gráfico que muestra el error expresado en grados Celsius (°C) del análisis de margen foliar, como función del número de especies/morfotipos recolectados en una flora. (Extraído de Wilf, *et al.*, 1997, p. 381, fig. 2).

La técnica de *leaf margin analysis* permite tener valores con desvío estándar inferiores a los que se obtienen por medio de técnicas multivariadas. Como se observa en la Figura 10.1 (Wilf, *et al.*, 1997), se logra un valor aproximado a ± 2 °C con 30-35 especies.

La técnica del “análisis de área foliar” (*Leaf Area Analysis*, Wilf, *et al.*, 1998), para estimar la precipitación media anual (**MAP**) en base a formas foliares, se basa en la relación linear positiva existente entre el área foliar (A) de las especies de una localidad, transformada en logaritmo natural (ln), con la “variable” (al generar el modelo) “precipitación media anual” de dicha localidad, transformada en base al logaritmo natural (ln). El modelo fue creado basándose en datos de 50 sitios provenientes de África, India, América del Norte, América Central y América del Sur, con un rango de precipitaciones medias de 100-300 mm. a 4640 mm. anuales. Dicha relación puede observarse en la figura 10.2 (Wilf, *et al.*, 1998, fig. 2). Invertiendo esta relación y dejando como variable independiente **MAP**:

$$\ln(\text{MAP})=0,548 \text{ MlnA}+0,768$$

Donde:

MAP= precipitación media anual

MlnA= promedio del (logaritmo natural del área de cada especie)

$r^2=0,760$; error estándar =0,359

Para la utilización de este modelo de inferencia de la paleoprecipitación, Wilf, *et al.* (1998) propusieron dos vías de recolección de datos: 1_ utilizando los valores de área foliar expresados en mm², obtenidos por medición directa del área (facilitada por el uso de *software* que midan el área promedio de un conjunto de hojas correspondiente a cada especie o morfotipo foliar), o por medio de la multiplicación del largo foliar (L) por el ancho (W) y multiplicado por 2/3, que entrega valores muy semejantes a los de medición directa. 2_ La otra vía de recolección de datos que propusieron, es mediante el uso de la proporción de especies reconocida en cada una de las categorías de tamaño foliar tradicionales descriptas por Raunkiaer (1934) y Webb (1959), utilizadas también en esta tesis en la descripción de morfotipos foliares (Sección IX).

Si utilizamos las categorías de tamaño foliar, la fórmula para la estimación de la precipitación media anual es la siguiente:

$$\ln(\text{MAP})=\sum a_i . p_i$$

Donde:

ai: corresponde a la media del logaritmo natural de cada una de las siete categorías de tamaño (2,12 ; 4,32 ; 6,51 ; 8,01 ; 9,11 ; 10,9 y 13,1)

pi : corresponde a la proporción (expresada en 1 %) de especies en cada categoría.

Característicamente, este modelo entrega errores estándares singulares de valores asimétricos, mayores hacia los positivos, debido a que tienen forma logarítmica.

El inconveniente de la aplicación de esta metodología en floras fósiles es que, generalmente, las formas foliares con tamaños foliares de grandes dimensiones suelen tener sesgos tafonómicos importantes, por lo que se encuentran infrarepresentados en el registro fósil. Esto también evidencia la importancia del reconocimiento del transporte y selección de los ejemplares examinados como así también la representatividad estadística de la muestra total. Por lo expuesto anteriormente, los valores de **MAP** deben ser interpretados como valores mínimos para la población original.

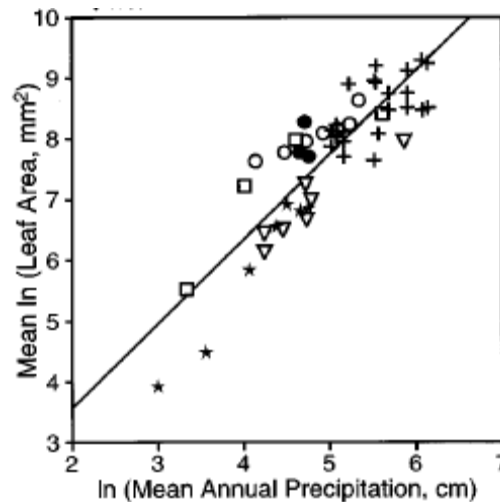


Figura 10.2: Gráfico de la relación entre el LMAT la precipitación para floras actuales analizadas por Wilf, *et al.* (1998, p. 205, fig. 2).

Por los motivos arriba explicados, se considera que los análisis paleoclimáticos por medio de análisis multivariado (como el CLAMP), aún carecen de contundencia en las interpretaciones climáticas en base a expansiones foliares; y para la obtención de la temperatura media anual y la precipitación media anual, en base a compresiones/impresiones foliares, los modelos de análisis de margen foliar y de área foliar son más significativos y adecuados para realizar estas inferencias.

Debido a que, en esta tesis, se han reconocido diversas floras en diferentes facies sedimentarias, y que ellas responden a diferentes tiempos de desarrollo, en primera instancia, el tratamiento de paleoclimas se realizó en forma disociada, tratando de obtener estimaciones paleoclimáticas más precisas a nivel local. En una segunda etapa, se integraron los datos recabados en conjunto una vez ya procesadas para inferencias a nivel regional y comparación a nivel global.

XI.2_ PALEOTEMPERATURA: ANÁLISIS DE MARGEN FOLIAR

Los valores de estimaciones de **LMAT** resultan ser más explicativos de una localidad o región cuando es posible que se realicen diferentes muestreos en las diferentes facies dentro de una misma unidad tiempo-roca. Basados entonces en la recolección cuantitativa y con representatividad estadística (Secciones IX y XI) de la megafiora de impresiones/compresiones de angiospermas realizada en 3 localidades (Palacio de los Loros, Bosque de Ormaechea y Estancia Las Flores), correspondientes a 4 afloramientos (PL1, PL2, OR2 y LF), el análisis de margen foliar entrega los resultados de la Tabla 10.1.

Tabla 10.1_ Resultados del análisis de margen foliar en los distintos yacimientos de megafioras de compresiones foliares de esta tesis. Los análisis se realizaron en forma disociada en primera instancia, y en forma más precisa, asociadas a nivel estratigráfico (PL1+PL2).

	n° dicot. leñosas	% margen entero	LMAT	σ [LMAT]
PL1	27	0,44	15,0 °C	$\pm 2,93$ °C
PL2	29	0,38	13,0 °C	$\pm 2,76$ °C
PL (1+2)	33	0,42	14,4 °C	$\pm 2,63$ °C
OR2	18	0,61	20,1 °C	$\pm 3,52$ °C
LF	17	0,35	12,2 °C	$\pm 3,55$ °C

Para el análisis se incluyeron todas las formas de dicotiledóneas de textura correspondiente a formas leñosas. Se excluyó al morfotipo angiospérmico SA053 por pertenecer a una hoja micrófila dentada con venación reticulada paralelinervia que se asignaría a una forma herbácea. Para una identificación de los morfotipos foliares y su correspondiente polaridad, véase la Tabla 10.2.

Se realizó el análisis de margen foliar tomando las floras PL1 + PL2 asociadas, debido a que, si bien corresponden a facies levemente diferentes, se hallan en el mismo nivel estratigráfico y

prácticamente en el mismo ambiente sedimentario, no existe hiato importante en su sedimentación, de esta forma, se enriquece la significancia para el modelo (véase la σ [LMAT] en Tabla 10.1) y la interpretación paleoclimática de la región.

X.3_ PALEOPRECIPITACIÓN: ANÁLISIS DE ÁREA FOLIAR

En base a la recolección cuantitativa, con representatividad estadística (Sección XIII) de la megaflore de impresiones-compresiones realizada en 3 localidades (Palacio de los Loros, Parque Provincial Ormaechea y Estancia Las Flores) y 4 yacimientos del Paleoceno en el oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge (PL1, PL2, OR2 y LF), el análisis de área foliar entregó los resultados de la Tabla 10.3. Los análisis se realizaron en forma disociada a nivel de cada yacimiento (Tablas 10.4; 10.5; 10.6; 10.8 y 10.9), y en forma más precisa asociadas en el nivel estratigráfico de Palacio de los Loros (PL1+PL2) (Tablas 10.3; 10.6 y 10.7).

Con el fin de comparar los resultados desde dos fuentes de información, una descriptiva y otra cuantitativa, siguiendo las propuestas metodológicas de Wilf *et al.* (1998), los análisis de margen foliar se realizaron utilizando, en las Tablas 10.3; 10.4; 10.5 y 10.6, los valores de área foliar expresados en mm², obtenidos por medición del área multiplicando el largo foliar (**L**) por el ancho (**W**) multiplicado por 2/3, que entrega valores muy semejantes a los de medición directa del área. En las Tablas 10.7, 10.8 y 10.9, se utilizó la proporción de morfotipos foliares por clase de tamaño de Raunkiaer-Webb, multiplicados por el valor asignado de **MlnA** para cada rango (Wilf, *et al.*, 1998).

Tabla 10.2_ Resumen de la presencia/ausencia de morfotipos foliares de dicotiledóneas leñosas para los 4 yacimientos con colección cuantitativa del Paleoceno en el oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge correspondientes a 3 localidades fosilíferas (Palacio de los Loros, Parque Provincial Ormaechea y Estancia Las Flores). Se excluye del análisis al morfotipo angiospérmico SA053 por pertenecer a una hoja micrófila dentada con venación reticulada paralelinervia que se asigna a una forma herbácea.

Mtpe#	Margen	Clase de tamaño	PL1	PL2	OR2	LF
SA001	serrado	micrófilo	X	X	-	-
SA002	serrado	notófilo	X	X	-	X
SA004	dentado	notófilo	X	X	-	X
SA005	dentado	micrófilo	X	X	-	-
SA008	dentado	micrófilo	X	X	X	-

SA009	serrado	mesófilo	X	X	X	X
SA010	entero	notófilo	X	X	X	X
SA014	entero	notófilo	X	X	X	X
SA016	entero	micrófilo	X	X	-	-
SA019	entero	notófilo	X	X	X	-
SA020	serrado	micrófilo	X	X	X	X
SA035	serrado	notófilo	X	X	-	X
SA039	entero	micrófilo	X	-	X	X
SA040	entero	notófilo	X	X	-	-
SA041	entero	notófilo	X	X	-	-
SA042	serrado	micrófilo	X	X	-	X
SA043	dentado	micrófilo	-	X	X	X
SA044	serrado	micrófilo	X	X	X	-
SA045	entero	micrófilo	X	-	-	-
SA046	entero	micrófilo	X	X	X	-
SA047	serrado	notófilo	X	X	X	X
SA048	crenado	notófilo	X	X	X	X
SA049	crenado	micrófilo	X	X	-	-
SA050	entero	micrófilo	-	X	X	-
SA051	serrado	micrófilo	X	X	-	-
SA052	serrado	micrófilo	X	-	-	-
SA054	dentado	notófilo	-	X	-	-
SA055	entero	mesófilo	-	X	-	-
SA056	entero	micrófilo	-	X	X	X
SA057	dentado	micrófilo	-	X	-	-
SA058	entero	notófilo	X	-	-	-
SA059	dentado	micrófilo	-	X	-	-
SA060	entero	notófilo	X	-	-	-
SA063	entero	micrófilo	-	-	X	-
SA066	entero	micrófilo	-	-	X	X
SA067	entero	macrófilo	-	-	X	-
SA068	serrado	mesófilo	-	-	-	X
SA069	entero	micrófilo	-	-	-	X
SA070	serrado	micrófilo	-	-	-	X

Tabla 10.3_ Resultados del análisis de área foliar para los yacimientos de la localidad de Palacio de los Loros (PL1+PL2), utilizando la obtención del área foliar por medición del largo y ancho de la lámina.

Mtpe#	Mln	MLN PL	LN(MAP)	MAP (en cm.)	σ [MAP] (en cm.)
SA001	6,75915	7,12079	4,67019	106,71	+ 46,10
SA002	7,72782				- 32,12
SA004	7,29819				
SA005	5,67192				
SA008	6,37728				
SA009	7,27171				
SA010	7,27220				
SA014	7,71407				
SA016	6,59743				
SA019	8,85464				
SA020	6,69187				
SA035	6,78608				
SA039	9,8291				
SA040	7,04461				
SA041	7,49964				
SA042	6,81311				
SA043	6,19071				
SA044	6,84383				
SA045	5,41651				
SA046	6,42396				
SA047	7,15773				
SA048	6,81047				
SA049	6,43950				
SA050	6,92212				
SA051	5,73849				
SA052	7,18538				
SA054	7,61406				
SA055	8,7023				
SA056	7,48933				
SA057	6,2738				
SA058	8,6797				
SA059	7,14309				
SA060	7,7463				

Tabla 10.4_ Resultados del análisis de área foliar para el yacimiento OR2 del Parque Provincial Ormaechea, utilizando la obtención del área foliar por medición del largo y ancho de la lámina.

Mtpe#	Mln	MLN PL	LN(MAP)	MAP (en cm.)	σ [MAP] (en cm.)
SA008	5,32537	7,20661	4,71722	111,86	+ 43,31
SA009	7,08223				- 33,74
SA010	6,95571				
SA014	9,21034				
SA019	8,84563				
SA020	6,74968				
SA039	8,18472				
SA043	7,04199				
SA044	6,79451				
SA046	6,42396				
SA047	7,3239				
SA048	5,8971				
SA050	6,8731				
SA056	6,8568				
SA063	6,1506				
SA066	6,8192				
SA067	9,9773				

Tabla 10.5_ Resultados del análisis de área foliar para el yacimiento LF de la localidad **Las Flores**, utilizando la obtención del área foliar por medición del largo y ancho de la lámina. Se re-calcularon los valores de Mln del área para la flora, obteniéndose una diferencia en la clase de tamaño. No se pudo obtener medición del tamaño foliar para el morfotipo SA014, por no tenerse ejemplares completos, por lo que se extrapoló el valor de Mln del área del morfotipo, obtenido en el análisis cuantitativo de Palacio de los Loros. Sin el valor de SA014, el resultado de la precipitación media anual es sólo 2,3 cm. menos (101,67 ; +43.91 -30.66).

Mtpo#	Mln	Clase de tamaño	MLN PL	LN(MAP)	MAP (en cm.)	σ [MAP] cm
SA002	6,5445	notófila	7,0725	4,6437	103,93	+ 44,89
SA004	7,4999	notófila				- 31,34
SA009	6,8356	micrófila				
SA010	7,2066	notófila				
SA014	7,7140	mesófila				
SA020	7,1698	micrófila				
SA035	7,4824	notófila				
SA039	6,9431	notófila				

SA042	5,5451	micrófila
SA043	6,1654	micrófila
SA047	7,3798	micrófila
SA048	6,6618	notófila
SA056	7,3009	micrófila
SA066	6,8659	micrófila
SA068	8,2853	mesófila
SA069	7,3519	micrófila
SA070	7,2803	micrófila

Tabla 10.6_ Resumen de los resultados del análisis de área foliar utilizando la obtención del área foliar por medición del largo y ancho de la lámina, en forma disociada y asociadas a nivel local y estratigráfico (PL1+PL2).

Paleoflora	n° morf.	MLN PL (1+ 2)	LN(MAP)	MAP (en cm.)	σ [MAP] (en cm.)
PL1	26	7,1019	4,6598	105,622	+ 45,61 - 31,86
PL2	28	7,0046	4,6065	100,14	+ 43,25 - 30,20
(PL1+PL2)	33	7,1208	4,67019	106,71	+ 46,10 - 32,18
OR2	18/19	7,14099	4,68126	107,91	+ 46,60 - 32,55
LF	16/17	7,0725	4,6437	103,93	+ 44,89 - 31,34

Tabla 10.7_ Resultados del análisis de área foliar para la localidad de Palacio de los Loros (PL1+PL2), utilizando la proporción de especies foliares por clase de tamaño de Raunkiaer-Webb (Wilf, et al., 1998).

Clase de tamaño	N° Morf.	1 %	Mln PL	LN (MAP)	MAP (en cm.)	σ [MAP] (en cm.)
leptófilo	-	-	7,2584	4,7456	115,08	+ 49,70 - 34,71
nanófilo	-	-				
micrófilo	18	0,5454				
notófilo	13	0,3939				
mesófilo	2	0,0606				
macrófilo	-	-				
magáfilo	-	-				

Tabla 10.8_ Resultados del análisis de área foliar para el yacimiento OR2 de la localidad del Parque Provincial Ormaechea, utilizando la proporción de especies foliares por clase de tamaño de Raunkiaer-Webb (Wilf, et al., 1998).

Clase de tamaño	Morf.	1 %	Mln PL	LN (MAP)	MAP (en cm.)	σ [MAP] (en cm.)
leptófilo	-	-	7,22705	4,72842	113,12	+ 48,85 - 34,12
nanófilo	-	-				
micrófilo	13	0,78947				
notófilo	-	-				
mesófilo	3	0,15789				
macrófilo	1	0,05263				
magáfilo	-	-				

Tabla 10.9_ Resultados del análisis de área foliar para la localidad Las Flores (LF), utilizando la proporción de especies foliares por clase de tamaño de Raunkiaer-Webb (Wilf, et al., 1998).

Clase de tamaño	mtpes	1 %	Mln PL	LN (MAP)	MAP (en cm.)	σ [MAP] (en cm.)
leptófilo	-	-	7,34529	4,79322	120,69	+ 52,12 - 36,40
nanófilo	-	-				
micrófilo	9	0,52941				
notófilo	6	0,35294				
mesófilo	2	0,11764				
macrófilo	-	-				
magáfilo	-	-				

X.4_ CONCLUSIONES PARA LA PALEOCLIMATOLOGÍA EN BASE A FORMAS FOLIARES EN LA FORMACIÓN SALAMANCA

El análisis Paleoclimático en base a megaflores se basó en la relación existente entre parámetros climáticos actuales de determinadas localidades o regiones, y la relación de caracteres arquitecturales foliares de compresiones/impresiones foliares correspondientes.

La Figura 10.2 resume los resultados obtenidos para las diferentes floras analizadas en la Formación Salamanca en el Oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge.

Hinojosa (2003) reconoce valores mucho más altos de temperatura media anual inferida a formas foliares (LMAT), en base a análisis multivariado (CLAMP), para las floras del Paleoceno más superior-Eoceno inferior de Ligorio Márquez (46° 45' Lat. Sur), Lota Coronel (37° Lat. Sur) y Cocholgue (36° 35' Lat. Sur), con valores del orden de 24,7-26 °C. Estos valores de temperatura son marcadamente mayores que los obtenidos en los océanos sobre la base de la relación de ^{18}O , los cuales muestran promedios anuales del orden de los 15 °C para la misma época (Zachos, *et al.*, 2001). Sobre la base de lo expuesto arriba, los valores obtenidos por medio del CLAMP deben tomarse con menor grado de confianza.

Wilf, *et al.* (2003), realizan estimaciones de LMAT, en base a análisis de margen foliar, para la flora de Laguna del Hunco, del Eoceno temprano, concluyendo que el total de la flora indicaría una MAT de $15,6 \pm 2$ °C. De esta forma, la flora de Laguna del Hunco y las floras analizadas en esta tesis, se convierten en dos controles paleoclimáticos válidos, al haber sido colectadas y analizadas en forma estandarizada.

Las paleotemperaturas con mayor confianza obtenidas del análisis de margen foliar de las floras del Paleoceno inferior estudiadas en esta tesis, indican valores $14,4 \pm 2,63$ °C; que concuerdan con el incremento de temperaturas medias observado para el inicio del Paleoceno a escala mundial, sobre la base de la relación de ^{18}O y ^{13}C en base a muestras de mares profundos (Zachos, *et al.*, 2001).

Siguiendo a Romero (1986) e Hinojosa (2005), quienes definen recambios paleoflorísticos a lo largo del Paleógeno y Neógeno; la Paleoflora Neotropical se habría desarrollado cuando Sudamérica, Antártica y Australia todavía encontraban una relación cercana y los climas cálidos extendían su influencia hasta altas latitudes, al menos hasta la de la Cuenca del Golfo San Jorge; esto es, hasta latitudes de 50° S (utilizando *Ocean Drilling Stratigraphic Network* 2004, Sección XIII). La Paleoflora Mixta se habría desarrollado bajo condiciones climáticas algo menos cálidas y su principal característica habría sido una ecuabilidad térmica con temperaturas medias anuales cercanas a los 14 °C y una mínima amplitud térmica (Axelrod, *et al.*, 1991; Hinojosa, 2005). El desarrollo de la

Paleoflora Antártica ha sido interpretado como producto del descenso de las temperaturas medias globales. En este contexto, las floras paleocenas estudiadas en este trabajo de tesis, encuentran correspondencia con la Paleoflora Neotropical de Romero (1986) y la Paleoflora Subtropical Gondwánica de Hinojosa (2005), pero con la salvedad de presentar especies foliares de Nothofagaceas (Morfotipo SA004, Sección IX) que, evidentemente, se emplazaron en climas mucho más cálidos, comparables a los actualmente alcanzados por la familia en el norte de Australasia (Sección IX).

Sección XI_1. Introducción

El Continente Sudamericano representa hoy en día, uno de los lugares de mayor biodiversidad del planeta, en todas sus zonas florísticas (Gentry, 1988; Phillips y Miller, 2002), sin embargo, existen escasos trabajos paleobotánicos que intentaron registrar cuán diversas fueron las paleofloras en este continente durante el Terciario y, la mayoría de éstos, se basan sólo en datos palinológicos. Las megafloras de compresiones e impresiones de edad paleocena proveen datos de suma importancia para entender el funcionamiento de los ecosistemas durante la transición Cretácico-Terciario (Wolfe y Upchurch, 1986; Wolfe, 1987; Johnson y Ellis, 2002; Barclay, *et al.*, 2003; Wilf, *et al.*, 2006); en Sudamérica, los trabajos que tratan las megafloras de edad paleocena son escasos (Romero, 1986; Troncoso, *et al.*, 2002; Burnham y Johnson, 2004; Wing, *et al.*, 2004; Jaramillo, *et al.*, 2006) y muchos de ellos, son conocidos sólo por pequeñas colecciones sin posiciones estratigráficas precisas, o han sido re-evaluadas y datadas como de edad eocena (Wilf, *et al.*, 2005; Yabe, *et al.*, 2006), o aún no tienen una edad geocronológica precisa (ver Sección VI_1). En particular la flora estudiada en esta tesis, es la única megaflora de compresiones/impresiones de edad paleocena en Sudamérica, que además ha sido analizada conjuntamente con su posición estratigráfica y las facies sedimentarias portadoras (Sección VII). Asimismo es la única flora fósil para Sudamérica que ha sido recolectada con procedimientos de estimación cuantitativa no sesgada, vale decir que se coleccionó todo resto posible de ser determinado (no se ha eliminando material repetido o carente de información más que su presencia) y con representatividad en tamaño de muestra (ver más adelante).

Hasta el momento, las únicas megafloras de compresiones/impresiones en Sudamérica estudiadas con procedimientos de estimación cuantitativa no sesgada, corresponden a los yacimientos de Laguna del Hunco y Río Pichileufu, ambas de edad eocena (Wilf, *et al.*, 2003; Wilf, *et al.*, 2005). La única megaflora de probable edad paleocena recolectada hasta el momento con procedimientos similares, corresponde a una flora del norte de Sudamérica en el yacimiento minero Cerrejón, Colombia, pero sus datos y análisis aún no han sido publicados (Wing, *et al.*, en revisión) y, por lo tanto, no han podido ser comparados en este trabajo.

Las megafloras del Paleoceno recolectadas con procedimientos de estimación cuantitativa no sesgada con las que se contó para la comparación con este trabajo, corresponden a floras de Norteamérica. Estas floras, tienen la particularidad de haberse desarrollado en similares paleolatitudes, similares paleoambientes fluviales y en condiciones paleoclimáticas semejantes a las

floras de la Formación Salamanca; por lo que corresponden a floras fósiles, con correlato (análogas a las aquí estudiadas) en el Hemisferio Norte (ver más adelante). La única megaflora paleocena de compresiones analizada con similares procedimientos de recolección, pero sin analogía con la flora aquí estudiada, es la de Castle Rock, hallada en la Cuenca de Denver, en el estado de Colorado (centro de los Estados Unidos de Norteamérica), la cual corresponde a una flora subtropical húmeda, premontana, que evidenció paleotemperaturas 8°C más altas y más del doble de paleo precipitaciones (Johnson y Ellis, 2002; Ellis, *et al.*, 2003; Johnson, *et al.*, 2003) que las de la Formación Salamanca.

Con este panorama de floras del Paleógeno conocidas para el Continente Americano, se realizó un análisis comparativo de la biodiversidad a escala de taofloras y de yacimientos fosilíferos, para estimar si existe un comportamiento diferencial en floras análogas entre ambos hemisferios y entre las floras del Paleoceno y del Eoceno en Patagonia.

Sección XI_2. Metodologías

El procedimiento de recolección de muestras con estimación cuantitativa no sesgada, permite realizar un análisis mucho más holístico de las megafloras, al recolectar no sólo la riqueza taxonómica de la flora sino también la distribución de esta riqueza en los diferentes taxones, también permite tener una estimación de la diversidad específica real del yacimiento fósil teniendo sólo una porción (colección) de los restos preservados en la totalidad del yacimiento.

Las curvas de muestreo son utilizadas para inferir el tamaño de una población o riqueza taxonómica total mediante un gráfico de ejes cartesianos, tratando de encontrar aquel tamaño de muestra que se acerca a un valor tal que, con cierto grado de certeza, se puede estimar que se encuentra cerca del valor máximo de la riqueza de la población. Similarmente, las curvas de rarefacción –gráficos de estimación de riqueza específica provenientes de los resultados de sub-muestras repetitivas de una colección original– describen la distribución de la riqueza (riqueza + abundancia de cada taxón) para esa colección original. De este modo las curvas obtenidas de diferentes colecciones son comparables sólo a nivel de sub-muestras iguales y del comportamiento entre puntos.

La metodología de la rarefacción, fue descrita primeramente por Sanders (1968) estudiando la diversidad de organismos marinos bentónicos vivos, Hurlbert (1971) provee una versión estadísticamente más correcta, Raup (1975) fue el primero en utilizarla para organismos fósiles. Heck, *et al.*, (1975) desarrollan la varianza para la curva de rarefacción. Tipper (1979) explora las

limitaciones de la metodología. Olszewski (2004) indica los diferentes niveles de riqueza posibles de analizar con las curvas de rarefacción.

El análisis por rarefacción es una transformación determinística de la distribución de la abundancia de especies en una colección, que se grafica como una serie de puntos en un eje cartesiano, de coordenada **X**: número de ejemplares en la colección, y coordenada **Y**: número de especies o taxones esperados cuyos puntos pueden ser unidos por cortas rectas formando una curva, que posee el lado convexo hacia los mayores valores de **Y**, y se hace asintótica hacia un determinado valor de **Y**. Esta curva se construye por medio de la unión de los datos (puntos) en el gráfico y no por medio de la fórmula de la curva, es decir que los valores entre puntos son especulativos en el gráfico, pero posibles de obtener analíticamente.

La metodología se basa en obtener el valor esperado de la riqueza de especies o taxones $E(S_m)$, que otorga una colección de N individuos, si el tamaño de la muestra fuera restringida (“rarificada”) a m individuos. Calculando el valor de $E(S_m)$ repetidas veces para varios valores de m y ploteando esas estimaciones, se logra una representación estadística de la diversidad (distribución de la riqueza) de la comunidad original. Simberloff (1972) desarrolló un algoritmo para utilizar esta metodología en forma automática por un procesador; basándose en obtener un valor promedio de $E(S_m)$, obtenido por repetición de la obtención de m individuos al azar, sin repeticiones, desde N individuos de una colección original; la expresión es:

$$E(S_m) = \sum_{i=1}^S \left[1 - \binom{N - N_i}{m} / \binom{N}{m} \right]$$

Donde:

S = número de especies en la colección original

N_i = número de individuos en la i^{ava} especie

N = número total de individuos de la colección original

m = número total de individuos en la muestra “rarificada”

Cuando m es considerablemente menor a N , la distribución multinomial puede ser usada como una aproximación a la distribución anterior; esto, es equivalente al muestreo con reemplazo. Las expresiones de $E(S_m)$ y la varianza $\text{Var}(S_m)$ son:

$$E(S_m) = S - \sum_{i=1}^S (1 - N_i/N)^m$$

$$\begin{aligned}\text{Var}(S_m) = & \sum_{i=1}^S \{(1 - N_i/N)^m [1 - (1 - N_i/N)^m]\} \\ & + 2 \sum_{j=2}^S \sum_{i=1}^{j-1} \{(1 - N_i/N - N_j/N)^m \\ & - (1 - N_i/N)^m (1 - N_j/N)^m\}\end{aligned}$$

Como Tipper (1979) muy bien indica, la metodología de la rarefacción posee ciertas suposiciones en el modelo, y por ende, deben tenerse en cuenta al momento de utilizarse. Primero, que la colección original de la cual se parte, haya sido definida en base a algún criterio y que deberá ser similar a aquellas aplicadas con las que se compare. La rarefacción no es un criterio válido para saber si la colección ha sido correctamente muestreada, aunque sí es un indicador del muestreo excesivo (Heck, *et al.*, 1975). Otra suposición del modelo, y la más irreal, corresponde a que las inferencias se basan en una distribución espacial homogénea para la comunidad, generalizando las interpretaciones derivadas de la muestra a toda una población. Olszewski (2004) define distintos grados de diversidad para los análisis de rarefacción, indicando que la diversidad alfa (la que corresponde a un determinado hábitat local) se logra en base a muestreos locales que, a nivel de yacimientos fósiles, puede traducirse en el muestreo de diferentes facies a nivel del mismo nivel estratigráfico y mismo paleoambiente. La diversidad beta (la diversidad dada entre diferentes hábitat locales) puede ser reconocida como la diferencia de relación entre la curva de muestreo (real) y la curva de rarefacción, debido a que su diferencia corresponde a cuán diferente es la distribución de la riqueza real con respecto a una aleatoriamente dispersa u homogénea (Olszewski, 2004). La diversidad gama (la diversidad total de una región) correspondería a la suma de las diversidades beta para toda una región.

Para todos los cálculos de rarefacción, se ha utilizado el programa de versión libre *Analytic Rarefaction* 1.3 desarrollado por Hollan, (2003). En la página *web*, se detalla el modo de utilización y todas las entradas del programa. Para la construcción de los gráficos analizados en este trabajo se utilizó un valor de 10 ejemplares como muestra incremental, los datos se plotearon con gráficos de Microsoft Office Excel 2003 y se re-dibujaron con Corel Draw 12.

Para establecer las comparaciones paleolatitudinales tanto de las floras estudiadas en este trabajo como para las floras comparadas, se utilizó el programa *on line* ODSN Plate Tectonic Reconstruction Service (Ocean Drilling Stratigraphic Network, 2004). Los resultados de paleolatitudes se resumen en las dos siguientes tablas:

Yacimientos	Localidad	Formación	Posición actual.	Edad	Paleolatitud
OR1	Parque	Salamanca	O 69° 08' 48,9''	61,7 ma	-69,70871°
OR2	Provincial Ormaechea		S 45° 50' 29,7''		-51,24069°
PL1, PL2	Palacio de los Loros	Salamanca	O 69° 17' 33,6'' S 45° 54' 45''	61,7 ma	-69,98128° -51,30361°
LF	Las Flores	Peñas Coloradas	O 68° 36' 55,1'' S 45° 41' 25,5''	~ 60 ma	-68,65762° -51,05736°

Yacimiento	Flora	Cuenca y Estado de USA	Posición actual	Edad	Paleolatitud
USNM 41270, 41300	Clarkforkian	Washakie Basin, Wyoming	O 108° 34' 35'' N 41° 33' 56''	56,5 ma	-100,6444 ° 44,16498 °
USNM 42042	Lur'd Leaves	de Bighorn Basin, Wyoming	O 108° 52' 20'' N 44° 52' 32''	57,5 ma	-99,64027 ° 47,58643 °
USNM 42041	Skeleton Coast	Bighorn Basin, Wyoming	O 108° 45' 16'' N 44° 50' 55''	59 ma	-99,04258 ° 47,74618 °
USNM 41687	<i>Persites</i> Paradise	Great Divide Basin, Wyoming	O 108° 37' 11'' N 41° 42' 30''	59 ma	-99,92767 ° 44,66436 °
USNM 41691	Kevin's Jerky	Washakie Basin, Wyoming	O 108° 37' 26'' N 41° 34' 57''	59 ma	-99,97059 ° 44,54230 °
USNM 41694	Haz-Mat	Washakie Basin, Wyoming	O 108° 38' 04'' N 41° 33' 13''	59 ma	-99,99037 ° 44,51580 °
DMNH 2689, 2690, 2698, 2699, 2720, 2731, 2733, 2748	Castle Rock	Denver Basin, Colorado	O 104° 51' 36'' N 39° 23' 00''	63,8 ma	-95,4078 ° 42,51466 °
USNM 42090	Mexican Hat	Powder River Basin, Montana	O 105° 14' 28'' N 46° 25' 53''	64,4 ma	-92,88643 ° 49,47445 °

Sección XI_3. Datos de riqueza y diversidad en las Floras del Paleoceno de la Formación

Salamanca

Como resultado de la discriminación de morfotipos foliares de angiospermas de la Sección VI y la recolección cuantitativa no sesgada en los diferentes yacimientos de megaflora de compresiones/impresiones de los distintos niveles fosilíferos de este trabajo, se alcanza un cúmulo de información que permite en esta sección, la descripción de la diversidad de morfotipos foliares por nivel estratigráfico así como por yacimiento o localidad, con un grado de certeza estadísticamente válido. La Tabla 11.1, resume la ocurrencia de cada morfotipo foliar de angiospermas en cada yacimiento fosilífero.

Tabla 11.1_ Abundancia de ejemplares para cada morfotipo, discriminado en cada yacimiento fosilífero del Oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge. El yacimiento de la localidad del Parque Provincial Ormaechea (OR2), corresponde a una megaflorea de compresiones en la sección superior del Miembro Medio de la Formación Salamanca. Los yacimientos de la localidad Palacio de los Loros (PL1 y PL2) corresponden a un mismo nivel estratigráfico dentro del Miembro Superior de la Formación Salamanca (Ver Sección VI). El yacimiento de la localidad Las Flores (LF), corresponde a la Formación Peñas Coloradas, dentro del Grupo Río Chico. Se han adicionado los nombres dados previamente por Berry (1937a).

Morfotipo foliar de angiosperma	Yacimientos			
	OR2	PL1	PL2	LF
SA001	-	3	12	-
SA002	-	14	13	7
SA004 <i>Dryophyllum australis</i>	-	69	19	7
SA005	-	11	10	-
SA008	3	53	9	-
SA009 <i>Cissites patagonicum</i>	2	207	256	2
SA010 <i>Laurophyllum (O.) piatnitzkyi</i>	112	208	175	52
SA014 " <i>Sterculia</i> " <i>acuminataloba</i>	1	94	66	8
SA016	-	3	26	-
SA019	1	63	22	-
SA020	2	3	125	-
SA032	2	16	-	2
SA035	-	13	25	3
SA039 <i>Paranymphaea aristolochiaformis</i>	5	8	-	3
SA040	-	4	1	-
SA041	-	8	42	-
SA042 <i>Fagophyllum duseni</i>	-	24	11	1
SA043	5	-	58	1
SA044	3	62	14	-
SA045	1	4	0	-
SA046 <i>Laurophyllum (N.) chubutensis</i>	1	56	8	-
SA047	1	18	38	-
SA048 <i>Banaraphyllum ovatum</i>	1	99	8	2
SA049 " <i>Myrica</i> " <i>premira</i>	-	15	272	-
SA050	1	-	8	-
SA051	-	2	5	-
SA052	-	1	-	-
SA053	5	8	1	-
SA054	-	-	9	-
SA055	-	-	1	-
SA056	3	4	4	2
SA057	-	-	1	-
SA058	-	3	8	-
SA059	-	-	1	-
SA060	-	2	-	-
SA061	1	-	-	-
SA062	1	-	-	-
SA063	14	-	-	-
SA064	14	-	-	-
SA065	2	-	-	-
SA066	12	-	-	2
SA067	1	-	-	-
SA068	-	-	-	13
SA069	-	-	-	1
SA070	-	-	-	7
45	194	1075	1248	114

En base a la tabla 11.1, se graficaron los histogramas de frecuencia de morfotipos foliares de angiospermas para cada yacimiento fosilífero (Figuras 11.1, 11.2, 11.3), y para el nivel fosilífero PL de la localidad de Palacio de los Loros (Figura 11.2).

Figura 11.1_ Histograma de frecuencia de los 23 morfotipos foliares de angiospermas hallados para el yacimiento fosilífero OR2, en el Parque Provincial Ormaechea, correspondiente al Miembro Medio de la Formación Salamanca.

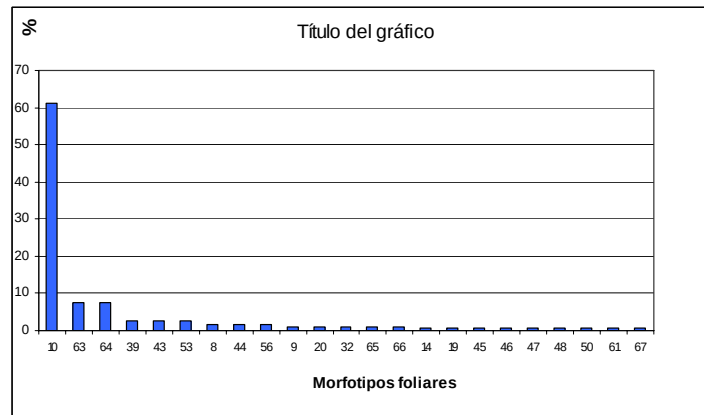
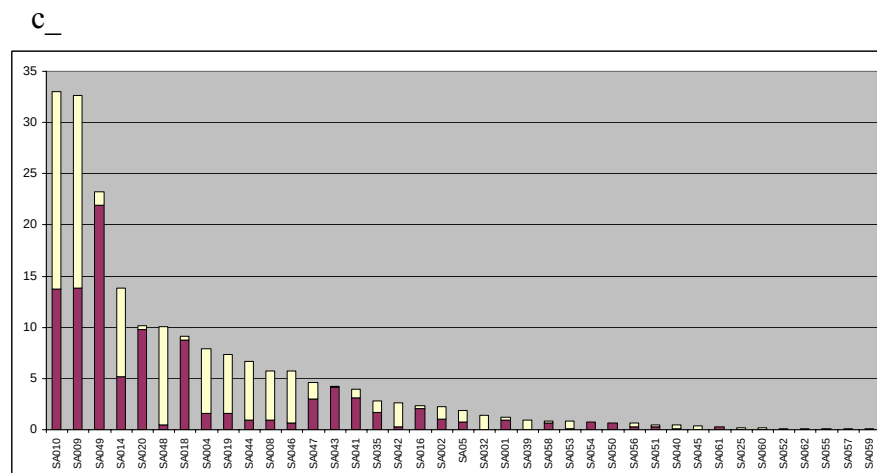
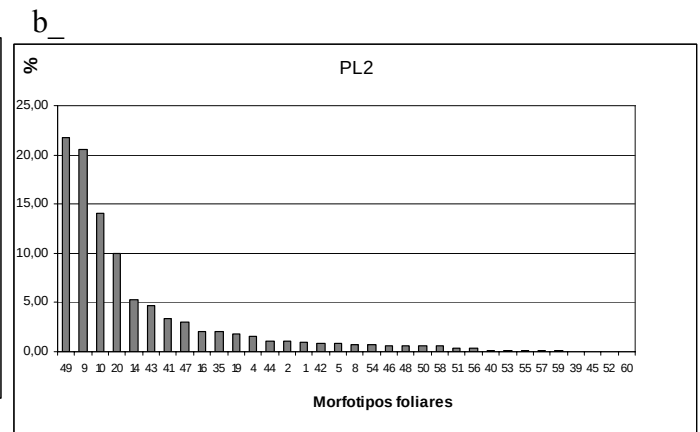
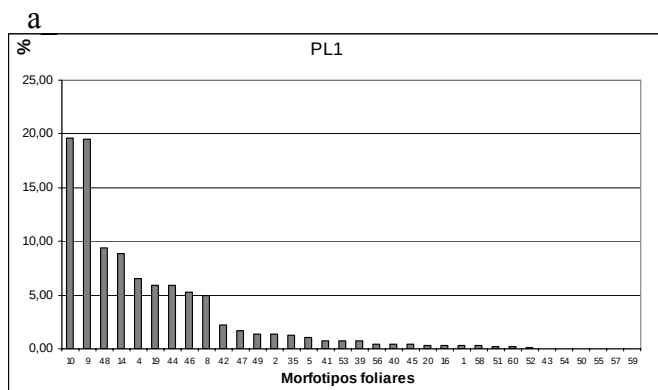
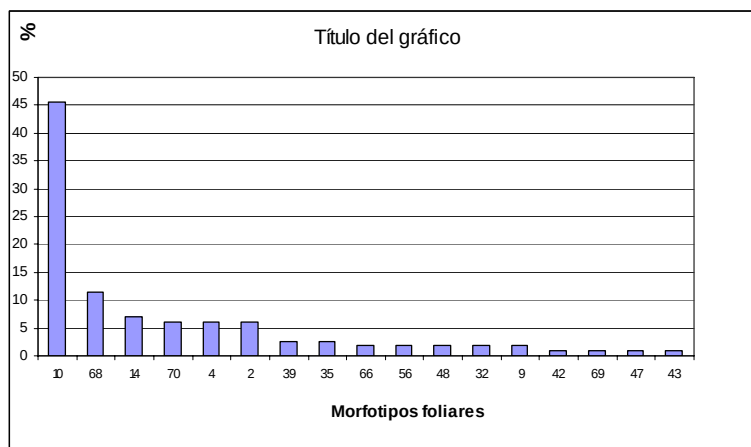


Figura 11.2_ Histogramas de frecuencia de morfotipos foliares de angiospermas para los yacimientos fosilíferos PL1 y PL2, en la localidad de Palacio de los Loros, que pertenecen al Miembro Superior de la Formación Salamanca. a_ y b_ corresponden a los datos por yacimiento, en c_ se representa a los morfotipos foliares ordenados por el porcentaje total en el nivel fosilífero de la localidad (amarillo= PL1, marrón= PL2).



En el gráfico 11.2a_ se observa que la flora del yacimiento PL1 posee 33 morfotipos de angiospermas, y se encuentra dominada por los morfotipos SA010 y SA009, correspondiendo conjuntamente al 38,14 % de la tafoflora de formas foliares, y SA048, SA014, SA004, SA019, SA044, SA046 y SA008 se encuentran en porcentajes mayores al 5 %, contribuyendo al 45,86 % restante de la tafoflora. En el gráfico 11.2b_ se observa que la flora del yacimiento PL2 posee 32 morfotipos foliares de angiospermas, y se encuentra dominada por los morfotipos SA049 y SA009, correspondiendo conjuntamente al 35,73 % de la tafoflora de formas foliares, y los morfotipos SA010 y SA020 encuentran en porcentajes mayores al 9 %, contribuyendo al 23,53 % restante de la tafoflora. En el gráfico 11.2c_ se observa que la tafoflora de la localidad de Palacio de los Loros, perteneciente al Miembro Superior de la Formación Salamanca, se encuentra dominada por los morfotipos SA010, SA009, SA049, correspondiendo conjuntamente al 44,49 % del total de la tafoflora.

Figura 11.3_ Histograma de frecuencia de los 17 morfotipos foliares de angiospermas hallados para el yacimiento fosilífero LF, Estancia La Campita-Yacimiento Petrolífero Las Flores II, correspondiente a la Formación Peñas Coloradas. En este gráfico se observa que la flora del yacimiento LF se encuentra dominada por el morfotipo SA010, en un 45,6 % de la tafoflora de formas foliares.

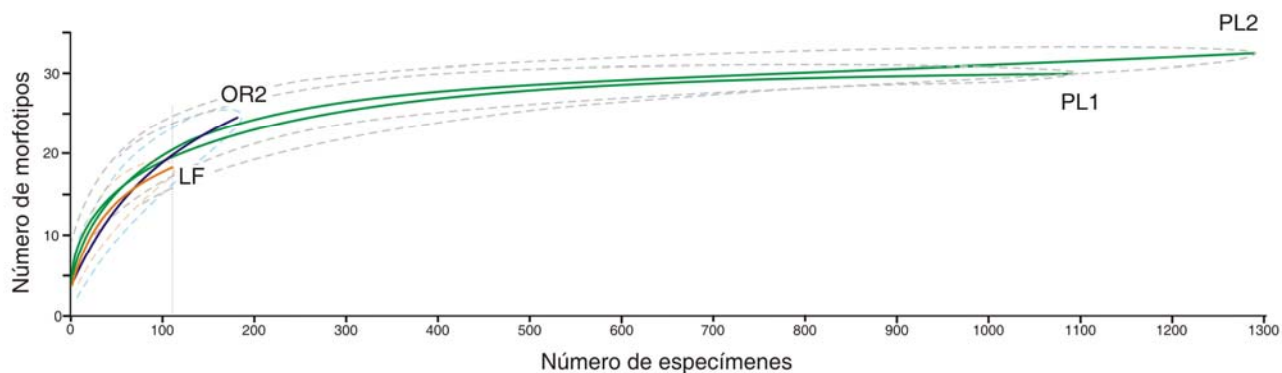


De la Figura 11.3 se desprende que la flora del yacimiento LF, corresponde a una comunidad con menor riqueza que en de la localidad de Palacio de los Loros, dominada por una sola forma foliar, la cual se presenta ya sea en forma dominante o co-dominante en todos los yacimientos relevados. Con el objeto de comparar la diversidad de cada tafoflora relevada de un modo estandarizado y tener en cuenta al tamaño de muestra recolectado, en la Figura 11.4 se grafican los valores rarificados-comparativos para muestras de 110 ejemplares.

Sección XI_4. Análisis comparativo de la biodiversidad con otras floras paleógenas

En base a la información de la abundancia de cada morfotipo foliar de angiospermas dicotiledóneas, discriminada en cada yacimiento de megaflora (ver Sección VII), datos (ver Tabla 11.1), se realizaron las curvas de rarefacción para cada yacimiento estudiado. La Figura 11.4, representa las curvas de distribución de la diversidad alfa para cada yacimiento; todas las curvas nacen de un valor cero, y el valor del extremo de la curva corresponde al número total de ejemplares (N) de hojas determinadas (en coordenadas X) y el número total de morfotipos reconocidos (S) para ese yacimiento.

Figura 11.4_ Curvas de rarefacción para los yacimientos coleccionados con metodología cuantitativa no sesgada, de las tres localidades fosilíferas analizadas en este trabajo. En esta figura se rarificó la presencia y abundancia de cada morfotipo foliar de angiosperma de la Tabla 11.1. Las líneas punteadas corresponden a los valores de intervalo al 95 % de confianza. La línea recta a 110 especímenes corresponde al valor al cual las floras, de los tres yacimientos, serían comparativamente válidas.



En la Figura 11.4, se observa que los yacimientos PL1 y PL2 se encuentran cercanos a los valores máximos de riqueza para el número de ejemplares coleccionados, y que ambos presentan similares patrones en las curvas de rarefacción, por lo que la diversidad foliar, composicionalmente, no presenta cambios para la misma localidad. La curva de rarefacción para el yacimiento LF, presenta un comportamiento semejante al inicio de las curvas para la localidad de Palacio de los Loros, pero con una riqueza marcadamente menor de morfotipos. Utilizando los registros de valores rarificados para un número de ejemplares igual a 110, el yacimiento OR2 posee 18,4 morfotipos, el yacimiento PL1 de 18,3 morfotipos, el Yacimiento PL2 de 19,1 morfotipos, y el yacimiento LF posee una riqueza de 16,9 morfotipos. Aunque el yacimiento OR2 denota un valor levemente mayor de riqueza para el registro comparable a 110 ejemplares, sus valores caen dentro del rango de la varianza de los yacimientos PL1 y PL2. El comportamiento de la curva de rarefacción para el yacimiento OR2

es significativamente diferente, presentando una mayor pendiente en la curva y muestra una tendencia a la no horizontalización de la curva, manteniendo la pendiente alta, que es debida a una mejor distribución de la abundancia relativa (Tipper, 1979) entre diferentes morfotipos foliares. Esto puede deberse a una falta de mayor registro en la colección original, o a un patrón diferente en la diversidad de la taoflora; una intensificación en el número de la colección original podría arribar a una respuesta con significancia estadística.

Con la finalidad de una comparación de la distribución de la riqueza en las floras estudiadas en este trabajo, con otras floras fósiles del Paleógeno conocidas para Sudamérica, las Figuras 11.5 y 11.6 muestran las curvas de rarefacción de las floras provenientes de este trabajo, con las floras de edad eocena en Laguna del Hunco, las cuales, previos a este trabajo, eran las únicas megaflores de compresiones/impressiones recolectadas mediante procedimientos de colección cuantitativa no sesgada para Sudamérica (las floras de Cerrejón-Colombia, Río Pichileufu-Chubut y Lefipan-Chubut, serían otras excepciones pero sus datos aún no son disponibles en la literatura científica).

Los datos de riqueza y abundancia de morfotipos foliares de angiospermas dicotiledóneas para Laguna del Hunco fueron extraídos de Wilf *et al.* (2003) y Wilf *et al.*, (2005). Además, cabe aclarar que, las técnicas de recolección fueron estándares, tanto para el Paleoceno como para el Eoceno, siguiendo la metodología de Johnson (1989).

Figura 11.5_ Curvas de rarefacción para morfotipos foliares de angiospermas del Paleoceno y Eoceno de Patagonia. Las floras del Eoceno corresponden a colecciones de 4 yacimientos (en gris) de la flora de Laguna del Hunco, (Wilf, *et al.*, 2003). Las líneas punteadas corresponden a los valores de intervalo al 95 % de confianza.

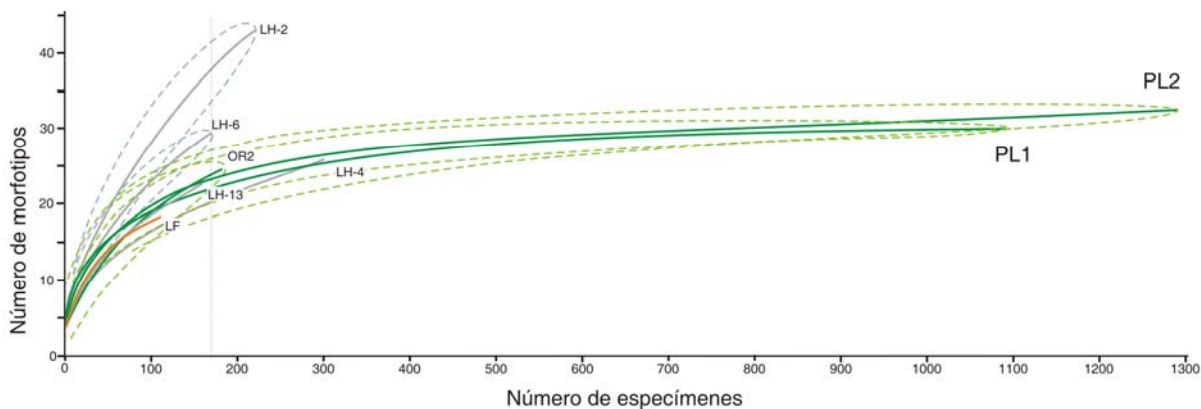
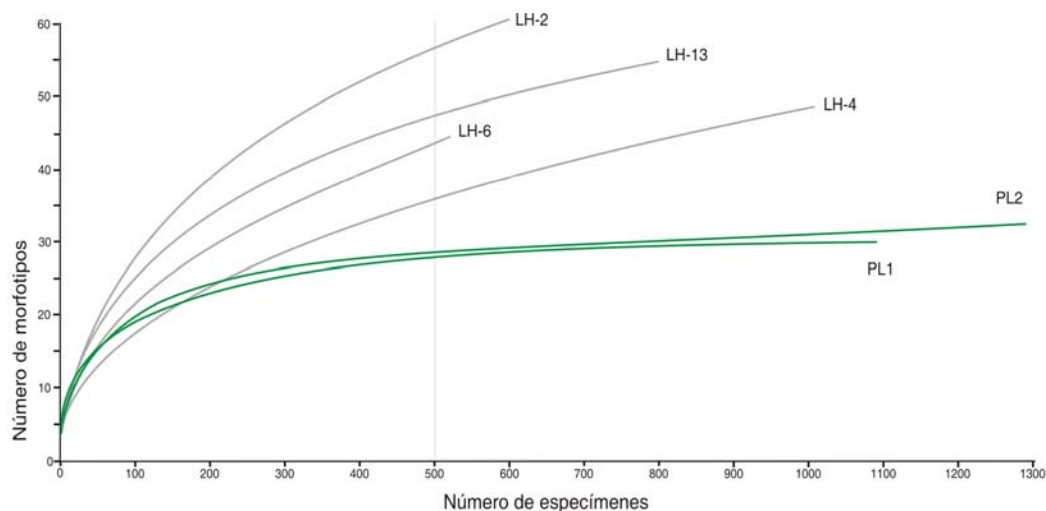


Figura 11.6_ Curvas de rarefacción para morfotipos foliares de angiospermas del Paleoceno y Eoceno de Patagonia. Las floras del Eoceno corresponden a una colección más intensiva en los 4 yacimientos (en gris) de la flora de Laguna del Hunco, de la Figura 13.5. Los datos para el Eoceno provienen de Wilf, *et al.* (2005). La línea recta a 500 especímenes corresponde al valor al cual las floras, son comparativamente válidas.

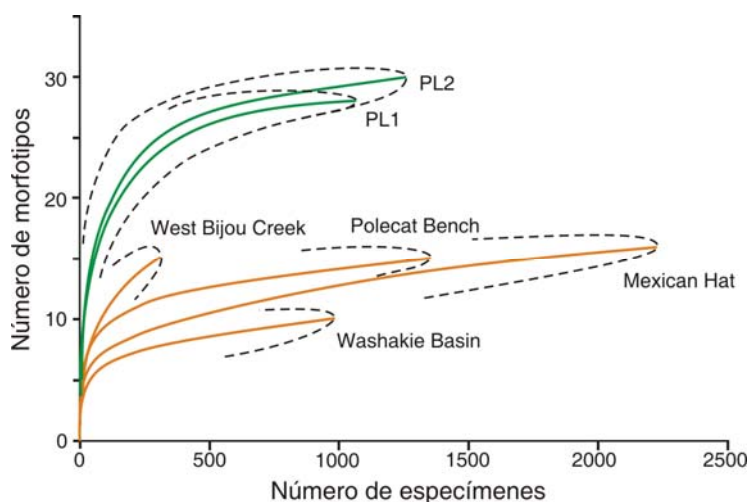


Aún no se han encontrado respuestas determinantes del porqué las floras del Eoceno de Patagonia muestran tan alta biodiversidad, no obstante se ha sugerido múltiples factores actuantes para tal riqueza, como ser: inmigración, aislamiento-evolución y baja tasa de extinción (Wilf, *et al.*, 2003). Razones paleoambientales han sido propuestas y contrastadas con características de la flora (Wilf, *et al.*, 2003, 2005) y sedimentología (Aragón y Mazzoni, 1997; Wilf, *et al.*, 2005).

A los efectos de una comparación de la distribución de la riqueza en las floras fósiles estudiadas en este trabajo, con otras conocidas para el Paleoceno, en la Figura 11.7 se comparan megaflores del Paleoceno del centro de Norteamérica, que provienen de yacimientos con similares paleolatitudes, paleotemperaturas, paleoambientes, e igual dominancia de angiospermas (*e.g.* Wing, *et al.*, 1995). Éstas, además, han sido recolectadas utilizando similares procedimientos de colección cuantitativa no sesgada. Para la Figura 11.7, se han seleccionado los cuatro yacimientos de megaflores, correspondientes a diferentes localidades, que han mostrado la mayor diversidad de morfotipos foliares de angiospermas dicotiledóneas para el registro fósil de Norteamérica; esto es debido a que la mayoría de las floras de edad paleocena (con excepción de una, ver más adelante), muestran diversidades muy bajas de morfotipos foliares, inclusive menos diversas que las del Maastrichtiano más alto (Johnson, 1992) por lo que, en este análisis, se utiliza para su comparación, las floras conocidas que muestran mayor diversidad. Los datos de riqueza y abundancia de morfotipos foliares de angiospermas dicotiledóneas para los yacimientos del Hemisferio Norte fueron extraídos de Barclay, *et al.* (2003); Wilf, *et al.* (2006) y Wilf (2000).

De la comparación de la Figura 11.7, se deduce que las diversidades halladas en los yacimientos PL1 y PL2 superan en más de un 50% a las de las floras comparables de latitud similar en el Hemisferio Norte.

Figura 11.7_ Comparación de la distribución de la riqueza, mediante rarefacción, en las floras fósiles estudiadas en este trabajo y otras floras, conocidas para el Paleoceno con alta diversidad de formas foliares en el Hemisferio Norte. Las curvas corresponden a la rarefacción de los morfotipos de dicotiledóneas, con los valores de intervalo del 95% de confianza. La flora de West Bijou Creek corresponde a la localidad 2379 del Denver Museum of Nature and Science, proveniente del este de la Cuenca de Denver, Colorado, (~65.5 ma.) (Barclay, *et al.*, 2003). La flora de Mexican Hat, corresponde a la localidad 42090 del Smithsonian National Museum of Natural History (USNM), del Miembro Lebo (~64.4 ma.), de la Formación Fort Union, Cuenca de Powder River, Montana (Wilf, *et al.*, 2006). La flora de Polecat Bench proviene del yacimiento de Lur'd Leaves (localidad 42042 del Smithsonian National Museum of Natural History) de la Formación Fort Union, de la Cuenca de Bighorn, Wyoming, (57.5 ma.) (Wilf, *et al.*, 2006). La flora de Washakie Basin, proviene de la localidad 41270 del Smithsonian National Museum of Natural History, de la sección más alta de la Formación Fort Union, Wyoming, (~56.5 ma.) (Wilf, 2000). Para las floras de West Bijou Creek y la Cuenca de Washakie, las cuales poseen más de un yacimiento publicado, se han seleccionado los yacimientos de mayor diversidad.



La Figura 11.8, corresponde al mismo gráfico de la Figura 11.7, donde se ha anexado el yacimiento más diverso de la localidad de Castle Rock. Esta flora proviene de la Cuenca de Denver, en el Estado de Colorado (Estados Unidos de Norteamérica) y corresponde a la localidad “Z” de Ellis *et al.* (2003) de edad paleocena más baja (Ellis *et al.*, 2003; Johnson y Ellis, 2002). En la Figura 11.8, es clara la evidencia que la megaflore de compresiones/impresiones foliares de angiospermas dicotiledóneas de Castle Rock tiene el doble de biodiversidad en morfotipos foliares de angiospermas

que la del yacimiento más diverso de Patagonia. Si bien la flora de Castle Rock no corresponde a un análogo de las floras estudiadas en este trabajo (ver Sección XI_1), es remarcable que los valores de la diversidad de angiospermas dicotiledóneas en base a megafloras para el Hemisferio Norte, sólo sobrepasan a los valores para Patagonia bajo condiciones de ambientes subtropicales muy húmedos y cálidos. En la Figura 11.9 se graficaron todos los yacimientos conocidos para las dos localidades que mostraron mayor diversidad en el Hemisferio Norte, conjuntamente con los dos yacimientos más diversos estudiados en esta tesis.

Figura 11.8_ Comparación de la distribución de la riqueza, mediante rarefacción, en las floras estudiadas en este trabajo y otras floras fósiles, conocidas para el Paleoceno con alta diversidad de formas foliares en el Hemisferio Norte. En este gráfico se anexó la flora de Castle Rock, la cual no corresponde a un análogo de las floras del Paleoceno desarrolladas en esta tesis.

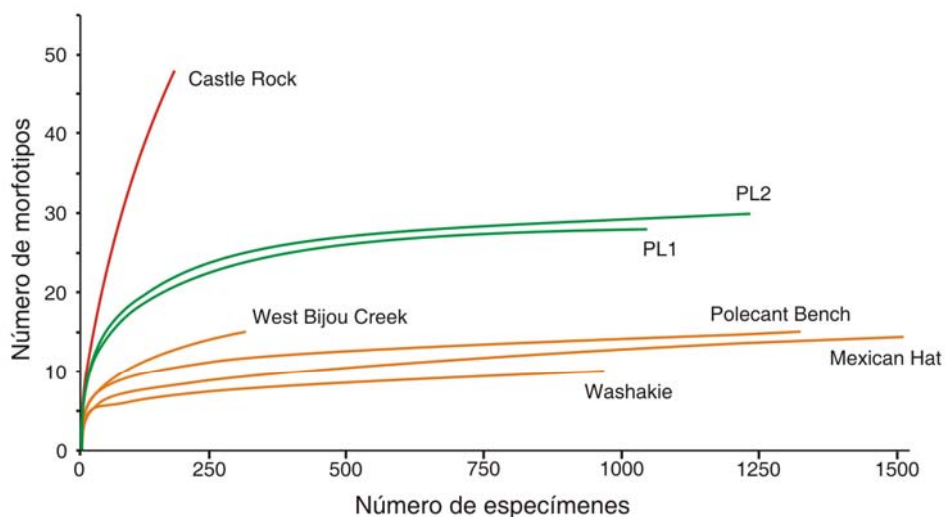
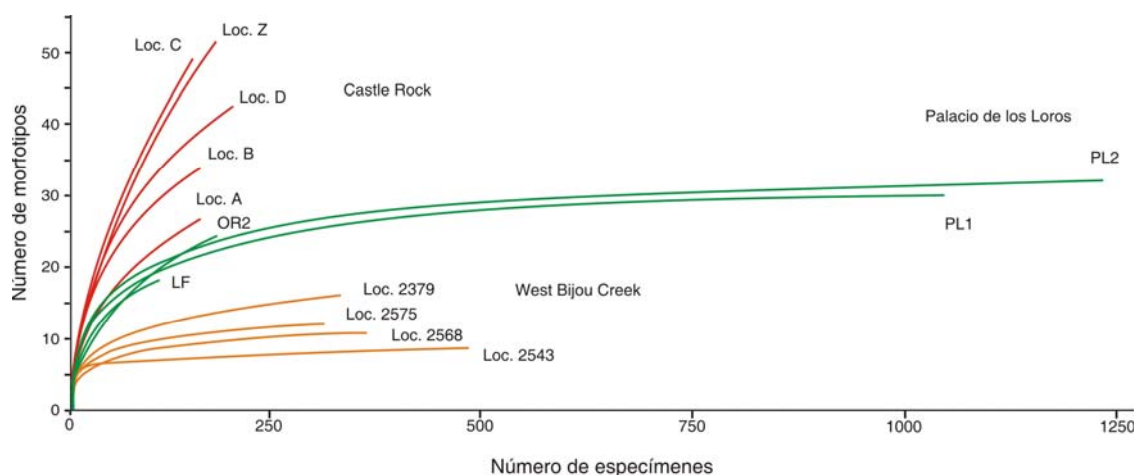


Figura 11.9_ Comparación de la distribución de la riqueza, mediante rarefacción, en las dos floras más diversas estudiadas en este trabajo y todos los yacimientos correspondientes a las dos localidades más diversas del Paleoceno del Hemisferio Norte, Castle Rock (en rojo) y West Bijou Creek (en naranja). Ambas floras corresponden a localidades del Denver Museum of Nature and Science, proveniente del este de la Cuenca de Denver, Colorado, de edad ~65.5 ma. Los datos fueron extraídos de Ellis *et al.* (2003) para la flora de Castle Rock, y de Barclay, *et al.* (2003) para la flora de West Bijou Creek.



Sección XI_5. Conclusiones de la Sección XI

La diversidad alfa hallada en los yacimientos PL1 y PL2 de la localidad de Palacio de los Loros excede en más de un 50% a las posibles de hallar en yacimientos del Paleoceno con características comparables a las de la Formación Salamanca en el Hemisferio Norte. En otras palabras, poco después del evento del Cretácico más alto, Patagonia abrigó ya comunidades vegetales del Paleoceno considerablemente más ricas que ambientes comparables del centro de América del Norte.

La Flora de Castle Rock, de la Cuenca de Denver (Colorado, Estados Unidos de Norteamérica), corresponde a la flora de edad paleocena más diversa hallada hasta el momento. Sus yacimientos, aunque no han sido coleccionados con números de ejemplares elevados, muestran patrones de diversidad más altos que cualquiera de los yacimientos analizados en este trabajo.

Las floras del Eoceno en Patagonia, conocidas por su alta diversidad de formas vegetales fósiles (Berry, 1938; Wilf, *et al.*, 2005), exceden notablemente la diversidad del Paleoceno hallada en las floras estudiadas en esta tesis; y corresponden a la flora fósil del Paleógeno más diversa hallada hasta el momento. No se han hallado aún respuestas del porqué las floras del Eoceno de Patagonia muestran tan alta biodiversidad, pero la diversidad hallada para el Paleoceno temprano en las floras del presente trabajo, sin duda establecieron un aporte importante en la diversidad desde los primeros tiempos del Paleógeno, en base a la cual, conjuntamente con las condiciones benignas del Paleoceno medio, las floras de Patagonia pudieron alcanzar estos valores tan altos de riqueza y diversidad. Este núcleo de alta diversidad, probablemente fue el inicio de la evolución de la diversidad vegetal vista 10 millones de años después, en la flora de Laguna del Hunco.

Aunque con un patrón temporal menos desarrollado, la diversidad reconocida en las megafloras del Paleoceno estudiadas en este trabajo, y las megafloras de edad eocena estudiadas en Patagonia muestran un patrón consistente con la diversificación vegetal observada durante el Paleoceno-Eoceno en base a palinofloras neotropicales en el norte de Sudamérica (Jaramillo, 2002; Jaramillo *et al.*, 2006) y en el Hemisferio Norte en base a microfloras y palinofloras (Wing y Harrington, 2001).

SECCIÓN XII CONCLUSIONES GENERALES

La megafloora de la Formación Salamanca no se encuentra en sedimentos marinos. La excelente preservación de los ejemplares recolectados para esta tesis se corresponden con condiciones de preservación de ambientes de planicie deltaica (OR2) o netamente continental, en sistemas fluviales de tipo meandroso de baja energía (PL1, PL2, OR1) o de alta energía (LF). De este modo, se corrobora la presencia de facies netamente continentales para la porción superior (Miembro superior) de la Formación Salamanca en el Oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge.

Se han reconocido 72 formas foliares para el Paleoceno del Oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge. La flora de compresiones/impresiones se encuentra dominada por angiospermas, y no obstante las gimnospermas y los helechos no superan el 10 % en las taofloras, corresponden a un valioso descubrimiento ya que corresponden al primer registro de macrofósiles conocido hasta el momento para estos grupos fuera de la lignoflora. Se han reconocido tres morfotipos foliares de Gymnospermophyta, cuatro de Filicales, 39 de Dicotiledóneas y cinco de Monocotiledóneas, correspondiendo a 28 especies foliares nuevas de angiospermas para el Paleoceno.

Se han identificado las Familias: Akaniaceae, Nothofagaceae, “Sterculiaceae”, Lauraceae, Myrtaceae, Fabaceae, Sapindaceae, Menispermaceae, Arecaceae, Podocarpaceae, Araucariaceae y Ligodiaceae; quedando formas foliares sin asignación sistemática confiable, pero a la espera de que se sumen caracteres cuticulares, en trabajos futuro-cercanos, muchas de ellas.

Los yacimientos: Ormaechea (OR), Cerro Dromedario (DR) y Palacio de Los Loros (PL) corresponden a niveles plantíferos en facies sedimentarias que responden a paleoambientales continentales de sistemas fluviales meandrosos comparables, que pueden ser considerados prácticamente sincrónicos, reconstruyendo una fisonomía vegetal a nivel regional para el oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge.

El yacimiento fosilífero Las Flores corresponde a una nueva megafloora de compresiones/impresiones, en asociación con una lignoflora, de edad relativamente más joven que las de la Formación Salamanca, correspondiente a sedimentos de la Formación Peñas Coloradas del Grupo Río Chico, de edad Selandiano (60-58,2 ma.). Esta flora, en base a una colección de 114 ejemplares foliares, presenta 14 morfotipos foliares en común con la Formación Salamanca y presenta tres nuevas formas. Los análisis paleoclimáticos y de biodiversidad mantienen semejanzas con aquellos obtenidos de yacimientos de la Formación Salamanca, pero la mayor amplitud observada en

los valores, indican que debe realizarse un mayor muestreo para obtener resultados más precisos y poder ser comparada, con mayor grado de confianza, con las otras floras paleocenas analizadas.

Analizando un mayor número de muestras y yacimientos, la megaflora de la Formación Salamanca es mucho más diversa de lo que se conocía.

La megaflora de la Formación Salamanca se correlaciona con las floras de climas subtropical-húmedo de Gondwana, encontrando correspondencia con la Paleoflora Neotropical de Romero (1986) y la Paleoflora Subtropical Gondwánica de Hinojosa (2005), pero con la salvedad de presentar especies foliares de Nothofagaceas que, evidentemente, se emplazaron en climas mucho más cálidos, comparables a los actualmente alcanzados por la familia en el norte de Australasia. y probablemente esté relacionada con la alta tasa de diversidad florística descrita para la transición Paleoceno-Eoceno en el norte de Sudamérica (Jaramillo, 2002; Jaramillo *et al.*, 2006) y para el Paleógeno en el resto del mundo (Wilf, 2000; Wing y Harrington, 2001). La presencia de familias termófilas como Arecaceae, Acaniaceae, Menispermaceae, Sapindaceae, probables Cunoniaceae, y hojas grandes y anchas de Podocarpaceae (relacionadas a la sección *Nageia*), también estarían sugiriendo climas cálidos.

Si bien, dentro del marco de esta tesis, no se ha podido establecer el valor bioestratigráfico de los elementos megaflorísticos presentes en el Paleoceno de la Cuenca del Golfo San Jorge, se han identificado más de un nivel preservando floras en la Formación Salamanca, que difieren en edad y composición, evidenciando diferencias florísticas a lo largo del Daniano. Y, se ha hecho una vinculación de morfotipos foliares entre las Formaciones Salamanca y Peñas Coloradas, como así también sugerido relaciones morfológicas con ejemplares de floras del Eoceno de Patagonia, que estaría evidenciando correlaciones a nivel de familias o géneros en común. Estudios futuros sobre las floras conocidas y por descubrir, del Cretácico más superior y del Paleoceno superior y Eoceno inferior, podrían brindar un panorama más regional y detallado de la evolución y los cambios florísticos para el sur de Sudamérica a lo largo del Paleógeno.

SECCIÓN XIII BIBLIOGRAFÍA

- Ameghino, F., 1897, Mammifères crétacés de l'Argentine. Deuxième contribution à la connaissance de la faune mammalogique des couches à *Pyrotherium*: Boletín Instituto Geográfico Argentino, v. 18, p.406-521.
- Ameghino, F. 1898. Sinopsis geológico-paleontológica. 2º Censo de la República Argentina 1: 111-255.
- Ameghino, F., 1900-1902, L'âge des formations sédimentaires de Patagonie: Anales de la Sociedad Científica Argentina, Buenos Aires, v. 50, p.109-131, 145-165, 209-229; v. 51, p. 20-39, 65-91; v. 52, p.198-197, 244-250; v. 54, p. 161-180, 220-240, 283-342.
- Ameghino, F., 1906, Les formations sédimentaires du Crétacé superior et du Tertiaire de Patagonie: Anales del Museo Nacional de Buenos Aires, t. XV (serie 3º, t. VIII), p. 1-568.
- Ancibor, E., 1995, Palmeras fósiles del Cretácico tardío de la Patagonia Argentina (Bajo de Santa Rosa, Río Negro): Ameghiniana, v. 32, nº. 2, p. 287-299.
- Andreis, R.R., 1972, Paleosuelos de la Formación Musters (Eoceno medio) Laguna del Mate, Prov. de Chubut, Rep. Argentina: Revista de la Asociación Argentina de mineralogía, Petrología y Sedimentología, v. 3, nº 3-4, p. 91-97.
- Andreis, R.R., Mazzoni, M.M., y Spalletti, L.A., 1973, Geología y sedimentología del Cerro Bororó (Prov.de Chubut): Actas V Congreso Geológico Argentino, p. 21-55.
- Andreis, R., Mazzoni, M. y Spalletti, L, 1975, “Estudio estratigráfico y paleoambiental de las sedimentitas terciarias entre el Pico Salamanca y Bahía Bustamante, prov. de Chubut, Rep. Arg.”: Revista de la Asociación Geológica Argentina, v. 30, nº 1, p. 85-103.
- Andreis, R.R., 1977, Geología de Cañadón Hondo, Departamento Escalante, Provincia del Chubut, República Argentina: Revista del Museo de La Plata Obra del Centenario, Geología, v. 4, p. 77-102.
- Andreis, R.R., Bense, C.A. y Rial, G., 1989, La transgresión marina del Cretácico tardío en el borde SE de la Meseta de Somuncurá, Río Negro, Patagonia septentrional, Argentina: Simposio Cretácico de América Latina, La Plata, Argentina; A: Eventos y Registros Sedimentarios, pp. 165-194.
- Anzótegui, L.M., 2006, Paleofloras del mioceno en los valles calchaquíes, Noroeste de Argentina: Tesis Doctoral inédita, Facultad de ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Noreste, Corrientes, 266 p.

- Anzótegui L.M., y Romero, E.J., 1994, Cutículas de *Cryptocarioides mariasantisimensis* Berry 1937: Resúmenes II Congreso Latinoamericano de Botánica, Mar del Plata, st nº 3.
- Aragón, E., y Mazzoni, M.M., 1997, Geología y estratigrafía del complejo volcánico piroclástico del Río Chubut medio (Eoceno), Chubut, Argentina: Revista de la Asociación Geológica Argentina, v. 52, p. 243–256.
- Archangelsky, S., 1973, Palinología del Paleoceno de Chubut. I. Descripciones sistemáticas: Ameghiniana, v. 10, p.339-399.
- Archangelsky, S., 1976a, Palinología del Paleoceno de Chubut. II. Diagramas Polínicos: Ameghiniana, v.13, nº 1, p.43-55.
- Archangelsky, S., 1976b, Palinología del Paleoceno de Chubut. III. Análisis numérico: Ameghiniana, v.13, nº 3-4, p.169-184.
- Archangelsky, S., Baldoni, A., Gamero, J.C., y Seiler, J., 1984, Palinología estratigráfica del Cretácico de Argentina Austral III: Distribución de las especies y conclusiones, Ameghiniana, v. 21, p. 15-33.
- Archangelsky, S., Petriella, B., y Romero, E.J., 1969, Notas sobre el bosque petrificado del Cerro Bororó (Terciario inferior), provincia de Chubut: Ameghiniana, v.6, nº 2, p. 119-125.
- Archangelsky, S., y Romero, E. J., 1974, Polen de gimnospermas del Cretácico y Paleoceno de Patagonia: Ameghiniana, v. 11, p. 217-236.
- Archangelsky, S., y Seiler, J., 1980, Algunos resultados palinológicos de la perforación UN OIL OS-1, del SO de la provincia de Chubut, Argentina: Actas 2º Congreso Argentino de Palinología y Bioestratigrafía y Iº Congreso Latinoamericano de Palinología, Buenos Aires, v. 5, p. 215-225.
- Archangelsky, S., y Zamaloa, M.C., 1986, Nuevas descripciones palinológicas de las formaciones Salamanca y Bororó (Paleoceno de Chubut, República Argentina): Ameghiniana, v.23, p. 35-46.
- Arguijo, M.H., 1979, *Palmoxylon bororoense*, n. sp. de la Formación Cerro Bororo (Paleoceno), Provincial de Chubut, República Argentina Argentina: Physis, v. 38, nº. 95, p. 87-96.
- Arguijo, M.H., 1981, *Palmoxylon vaterum*, n. sp. del Paleoceno (Daniano) de la Provincial de Chubut, Argentina: Physis, v. 40, p.49-59.
- Ash, A.W., Ellis, B., Hickey, L.J., Johnson, K.R., Wilf, P., y Wing, S.L., 1999, Manual of leaf architecture: morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms: Smithsonian Institution Press, Washington DC., 65 p.

- Axelrod, D., Kalin-Arroyo, M.T., y Raven, P., 1991, Historical development of temperate vegetation in the Americas: *Revista Chilena de Historia Natural*, v. 64, p.413-446.
- Bailey, I.W., y Sinnott, E.W., 1915, A botanical index of Cretaceous and Tertiary climates: *Science*, v. 41, p. 831-834.
- Bailey, I.W., y Sinnott, E.W., 1915, The climatic distribution of certain types of angiosperm leaves: *American Journal of Botany*, v. 3, p.24-39.
- Baker Brosh, K.F., y Pet, R.K., 1997, The ecological significance of lobed and toothed leaves in temperate forest trees: *Ecology*, v. 78, p.1250-1255.
- Barcat, C., Cortiñas, J. S., Nevestic, V. A., Stach, N. H., Zucchi, H. E., 1984, Geología de la región comprendida entre los Lagos Musters - Colhue Huapi y la Sierra Cuadrada, Departamentos Sarmiento y Paso de Indios, Provincia del Chubut: *Actas IX Congreso Geológico Argentino*, San Carlos de Bariloche, v. II, p.263-282.
- Barcat, C., Cortiñas, J.S., Nevistic, V.A. y Zucchi, H.E., 1989, Cuenca Golfo San Jorge. En G. Chebli y L. Spalletti (eds.) *Cuencas Sedimentarias Argentinas: Serie Correlación Geológica 6*. Instituto Superior de Correlación Geológica. Universidad Nacional de Tucumán, p. 319-345.
- Barclay, R.S., Johnson, K.R., Betterton, W.J., y Dilcher, D.L., 2003, Stratigraphy, megaflores, and the K-T boundary in the eastern Denver Basin, Colorado: *Rocky Mountain Geology*, v. 38, p. 45-71.
- Barreda, V., y Palazzesi, L., 2007, Patagonian Vegetation Turnovers during the Paleogene-Early Neogene: Origin of Arid-Adapted Floras: *The Botanical Review*, v. 73, p.31-50.
- Bellosi, E., Palamarzuk, S., Barreda, V., Managua, J., y Jalfin, G., 2000, "Litofacies y palinología del contacto Grupo Chubut-Formación Salamanca en el Oeste de la cuenca del Golfo San Jorge": *Resúmenes XI Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología de Tucumán*, p. 9.
- Berry, E.W., 1916, The lower Eocene floras of southeastern North America: *United States Geological Survey, Professional Paper*, v. 91, p.1-481.
- Berry, E.W., 1925a, Fossil plants from the tertiary of Patagonia and their significance: *Proceedings of the National Academy of Science*, Washington, v. 11, p. 404-405.
- Berry, E.W., 1925b, A Miocene flora from Patagonia: *Johns Hopkins University, Studies in Geology*, Baltimore, nº 6, p. 183-250.
- Berry, E.W., 1928, Tertiary fossil plants from the Argentine Republic: *Proceedings of the United State Natural Museum*, Washington, v.73, nº 2743.

- Berry, E.W., 1932, Fossil plants from Chubut territory collected by the Scarritt Patagonian Expedition: American Museum Natural History Novitates, New York, n°. 536, 10 p.
- Berry, E.W., 1935a, A fossil *Cochlospermum* from northern Patagonia: Bulletin of the Torrey Botanical Club, v. 62, p. 65–67.
- Berry, E.W., 1935b, The Monimiaceae and a new *Laurelia*: Botanical Gazette, v. 96, p. 751–754.
- Berry, E.W., 1935c, A Tertiary *Ginkgo* from Patagonia: Torrey, v. 35, p. 11–13.
- Berry, E.W., 1935d, A preliminary contribution to the floras of the Whitemud and Ravenscrag formations: Canada Department of Mines, Geological Survey Memories, v. 182, p. 1-107.
- Berry, E.W., 1937a, A Paleocene flora from Patagonia: Johns Hopkins, University Studies in Geology, n° 12, p. 33-50.
- Berry, E.W., 1937b, An Upper Cretaceous flora from Patagonia: Johns Hopkins, University Studies in Geology, n° 12, p. 11-31.
- Berry, E.W., 1938, Tertiary flora from the Río Pichileufú, Argentina: Geological Society of America Special Paper 12, 149 p.
- Bertels, A., 1973, Bioestratigrafía del Cerro Bororó, Provincia de Chubut, República Argentina: Actas V Congreso geológico Argentino, p. 71-91.
- Bertels, A., 1974, Bioestratigrafía del Paleoceno marino en la provincia del Chubut, República Argentina. Actas I Congreso Argentino de Bioestratigrafía y Paleontología, Tucumán.
- Bertels, A., 1975, Bioestratigrafía del Paleógeno en la República Argentina: Revista Española de Micropaleontología, v. 7, p.429-450.
- Bertels, A., 1979, Paleobiogeografía de los foraminíferos del Cretácico superior y Cenozoico de América del Sur: Ameghiniana 16(3-4), p. 273-356. Buenos Aires.
- Bona, P., 2005, Sistemática y biogeografía de las tortugas y los cocodrilos Paleocenos de la Formación Salamanca, provincia de Chubut, Argentina: Tesis Doctoral inédita, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina, 186 p.
- Bonaparte, J. F., y Gasparini, 1978, Los saurópodos del Grupo Chubut, y sus relaciones cronológicas: Actas VII Congreso Geológico Argentino, Neuquén, v. 2, p.393-406.
- Bonaparte, J. F., Van Valen, L. M., y Kramartz A., 1993. La fauna local de Punta Peligro, Paleoceno inferior, de la provincia del Chubut, Patagonia, Argentina: Evolutionary monographs 14: 1-61.
- Bond, M., Carlini, A., Goin, F., Legarreta, L., Ortiz Jaureguizar, E., Pascual, R., y Uliana, M., 1995, Episodes in South American Land mammal evolution and sedimentation: testing their apparent concurrence in a Palaeocene succession from Central Patagonia: VI Congreso Argentino de Paleontología y bioestratigrafía, 47-58.

- Bordas, A.F., 1945, Geología estratigráfica de algunas zonas de Patagonia. Anal. Mus. Patagonia, I: 139-184. Buenos Aires.
- Brea, M., Matheos, S.D., Zucol, A.B., Iglesias, A., Raigembron, M.S., y Prámparo, M., 2006, Estudios paleobotánicos en la secuencia daniana de la localidad fosilífera del “Bosque Petrificado Ameghino” (Chubut, Argentina): Resumen XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata, p.33.
- Brea, M., Matheos, S.D., Zamuner, A.B., y Ganuza, D., 2005, Análisis de los anillos de crecimiento del bosque fósil de Víctor Szlápelis, Terciario inferior del Chubut, Argentina: Ameghiniana, v. 42, p. 407-418.
- Brea, M., Matheos, S.D., Raigembron, M.S., Iglesias, A., Zucol, A.B., y Prámparo, M., 2007, Aspectos paleoecológicos y paleoambientales del Bosque Petrificado Ameghino (Daniano), Chubut, Argentina, Actas IV European Meeting on the Palaeontology and Stratigraphy of Latin America.
- Brea, M., y Zucol, A.F., 2006, Leños fósiles de Boraginaceae de la formación Peñas Coloradas (Paleoceno superior), Puerto Visser, Chubut, Argentina: Ameghiniana, v. 43, p. 139-146.
- Brown, R.W., 1943, A climbing fern from the upper Cretaceous of Wyoming: Journal of Washington Academy of Science, v. 33, p.141-142.
- Brown, L. F., Barcat, C., Fisher, W. L., y Nevestic, A., 1982, Seismic stratigraphic and depositional systems analyses: new exploration approaches applied to the Golfo San Jorge basin, Argentina: Actas I Congreso Nacional de Hidrocarburos, Petróleo y Gas. Buenos Aires, p.127-156.
- Burnham, R.J., y Johnson, K.R., 2004, South American paleobotany and the origins of neotropical rainforests: Philosophical Transactions of the Royal Society of London ser. B, v. 359, p. 1595-1610.
- Camacho, H.H., 1954, Some Upper Cretaceous Foraminifera from Argentina, Contribution from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research, v.5, n°1, p. 31-35.
- Camacho, H.H., 1967, Las Transgresiones del Cretácico superior y Terciario de la Argentina: Revista de la Asociación Geológica Argentina, v. 22, n° 4, p.253-280.
- Capellini, J., y Herr, O., 1867, Les phyllites crétacées du Nebraska: Societa Helvética Scientífica Natural Nouvelle. Mémoires, v. 22.
- Celeste, R., 1940, Relaciones entre el Rocaneano y el Salamanqueano en la zona comprendida entre Mamelones de Pinedo y Vicente Mena y Alejandro Nay en el Valle del Río Chico, Chubut. Universidad Nacional La Plata, Facultad Ciencias Exactas y Naturales (Tesis inédita). La Plata.

- Chaney, R.W., y Samborn, E.I., 1933, The Goshen flora of the best central Oregon: Carnegie Institution of Washington Publication, v.439, p. 341-368.
- Chebli, G.A., y Serraiotto, A.A., 1974, "Nuevas localidades del Paleoceno marino en la región central de la provincia del Chubut": Revista de la Asociación Geológica Argentina, 29 (3), p. 311-318.
- Chebli, G.A., Nakayama, C., Sciuto, J.C. y Serraiotto, A.A., 1975, Estratigrafía del Grupo Chubut en la región central de la Provincia homónima: Actas VI Congreso Geológico Argentino, Buenos Aires, v. 1, p. 375-392.
- Chebli, G.A., Nakayama, C. y Sciutto, J.C., 1978, Mapa geológico de la Provincia del Chubut: Actas VII Congreso Geológico Argentino, v.1, p.639-655.
- Cifelli, R.L., 1985, Biostratigraphy of the Casamayoran, early Eocene, of Patagonia: American Museum Novitates, n° 2820, p. 1-26.
- Clavijo, R., 1986, Estratigrafía del Cretácico Inferior en el sector occidental de la Cuenca del Golfo San Jorge: Boletín de Informaciones Petroleras, Buenos Aires, n° 9, p. 15-32.
- Cook, L.G., y Crisp, M.D., 2005, Not so ancient: the extant crown group of Nothofagus represents a post-Gondwanan radiation: Proceedings Of The Royal Society, B, v. 272, p. 2535-2544.
- Cortiñas, J. S., y Arbe, H. A., 1981, El Cretácico continental de la región comprendida entre los Cerros Guadal y Ferrarotti, Departamento Tehuelches, provincia del Chubut: Actas VIII Congreso Geológico Argentino, Buenos Aires, v. 4, p. 359-372.
- Cortiñas, J. S., 1984, Estratigrafía y facies del Jurásico entre Nueva Lubecka, Ferraroti y Cerro Colorado. Su relación con los depósitos coetáneos del Chubut central: Actas IX Congreso Geológico Argentino, v. 2, p.283-299.
- Cronquist, A., 1980, The evolution and classification of flowering plants: 2da edición, New York Botanical Garden, Bronx, USA.
- Debey, M., 1880, Sur les feuilles Querciformes des sables d'Aix-la-Chapelle: C.R. Congrès international de botanique, Bruxelles, v. 2, p. 83-97.
- Degrange, F., Tambussi, C., Iglesias, A., Zamuner, A.B., y Wilf, P., 2006, Primer registro de aves para el Daniano: XXII Jornadas de Paleontología de Vertebrados, San Juan, Ameghiniana, v. 43, suplemento, p.32r-33r.
- De Giusto, J.M., Di Persia, C.A., y Pezzi, E., 1980, Nesocratón del Deseado: en Turner, J.C.M. (ed.) Segundo Simposio Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, Argentina, v. 2, p. 1389-1430.
- De La Fuente, M., y Bona, P., 2002, Una nueva especie del género Hydromedusa Wagler (Pleurodira, Chelidae) del Paléogeno de Patagonia; Ameghiniana 39 (1) p. 77-83.

- Dibbern, M., y Romero, E.J., 1984, Revisión de los holotipos de las especies de Fagáceas estudiados por Dusen (Austrosudamérica, Eoceno-Paleoceno?): Actas del II Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Corrientes, p.163-174.
- Dilcher, D. L., 1974, Approaches to the identification of Angiosperm Leaf remains: The Botanical Review, v. 40, nº 1, p. 1-157.
- Doello Jurado, M., 1922, Nota preliminar sobre braquiópodos fósiles de la Argentina referidos al género "*Bouchardia*" y sobre la posición del horizonte salamanquense. Actas Sociedad Científica Argentina XCIV, Buenos Aires, p.197-204.
- Dusén, P., 1907, Über die tertiäre Flora der Magellansländer I. Wissenschaftliche Ergebnisse Schwedische Expedition Magellansland 1895-97. Estocolmo, Bd I, p. 87-108.
- Dusén, P., 1916, Über die tertiäre Flora der Seymour Insel. Wissenschaftliche Ergebnisse Nordenskjöld Schwedische Südpolar Expedition 1901-1903. Estocolmo, v. 3, nº. 3, p. 1-27.
- Dalrymple, G.B., 1979, Critical tables for conversion of K-Ar ages from old to new constants: Geology, v. 7, p. 558-560.
- Engelhardt, H., 1981, Über Tertiärpflanzen von Chile: Abhandlungen Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft, v. 16, p. 629-692.
- Ellis, B., Johnson, K.R., y Dunn, R.E., 2003, Evidence for an *in situ* early Paleocene rainforest from Castle Rock, Colorado: Rocky Mountain Geology, v. 38, p. 73-100.
- Ferello, R., 1954, Estudio estratigráfico del Borde occidental de la Pampa de María Santísima (Anticlinal N° XI o Cúpula de Funes) Informe inédito, Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires.
- Ferello, R., y Lesta, P., 1973, Acerca de la existencia de una dorsal interior en el sector Central de la Serranía de San Bernardo (Chubut): Actas V Congreso Geológico Argentino, Villa Carlos Paz, Córdoba, v. 4, p.19-26.
- Ferello, R., y Tealdi, O. L., 1950, Descripción del perfil general del flanco Oriental del Anticlinal de la Sierra del Castillo: informe inédito Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires.
- Feruglio, E., 1928, Descripción de algunos perfiles en la región costanera entre Bahía Solano y Bahía Bustamante en el valle del Río Chico y en la barraca al Sud del Coli-Huapí: Informe inédito, Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires.
- Feruglio, E., 1929, "Apuntes sobre la constitución geológica de la región del Golfo de San Jorge": Boletín de Informaciones Petroleras, Buenos Aires, nº 4, p. 925-1025.
- Feruglio, E., 1931, Nuevas observaciones geológicas en la Patagonia Central, Contribuciones de la Dirección General de YPF a la Primera Semana de Estudios Geográficos. Buenos Aires

- Feruglio, E., 1938, Nomenclatura estratigráfica de la patagonia y Tierra del Fuego: en Fossa Manzini, E., Feruglio, E., y Justen, J.C. (Eds), Una reunión de geólogos de YPF y el problema de la terminología estratigráfica, Boletín de Informaciones Petroleras, n° 171, p.54-67.
- Feruglio, E., 1948, Descripción Geológica de la Patagonia. Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires, v. 1, 347 p.
- Feruglio, E., 1949, Descripción geológica de la Patagonia, vol. II: Buenos Aires, Ministerio de Industria y Comercio de la Nación, Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 349 p.
- Figari E: G., y Courtade, S. D., 1993, Evolución tectosedimentaria de la cuenca de Cañadon Asfalto, Chubut, Argentina: Actas XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Mendoza, p. 66-77.
- Fitzgerald, M., Mitchum, M., Uliana, M. y Biddle, K., 1990, Evolution of the San Jorge Basin, Argentina: The American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, v. 74 (6), p. 879-920, Texas, U.S.A.
- Flores, M.A., 1956, Perfiles en el Chubutiano y observaciones en la parte central y Norte de Chubut: informe inédito, Yacimiento Petrolíferos Fiscales. Buenos aires.
- Flores, M.A., 1957, Perfiles en el Chubutiano Ila parte: informe inédito, Yacimiento Petrolíferos Fiscales. Buenos aires.
- Frenguelli, J., 1936, El Banco Verde de Paso Niemann del Río Chico en el Chubut y sus diatomeas: Revista del Museo de La Plata, nueva serie, v.1, p. 3-65.
- Gayó, E., Hinojosa, L.F., y Villagrán, C., On the persistence of Tropical Paleofloras in central Chile during the Early Eocene: Review of Palaeobotany and Palaeoecology, v. 137, p. 41-50.
- Gandolfo, Dibbern y Romero, 1988, "*Akania patagonica* n.sp. and additional material on *Akania americana* Romero and Hickey (Akaniaceae) from Paleocene sediments of Patagonia": Bulletin of the Torrey Botanical Club, v.115, p. 83-88.
- Gelfo, J.N., 2006, Los Diolodontidae (mamalia: Ungulatomorpha) del Terciario sudamericano. Sistemática, Origen y Evolución: Tesis Doctoral inédita, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- Gentry, A.H., 1988, Tree species richness of upper Amazonian forests: Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, v. 85, p. 156–159.
- Givnish, T.J., 1979, On the adaptative significance of leaf form: en Solbrig, O.T., Johnson, G.B., y Raven, P.H. (Ed.), Topics in plant population biology, Columbia University Press, New York, p. 377-407.

- González, C. R., 1971, Descripción Geológica de la Hoja 48c, "Lago Musters", Provincia del Chubut: Boletín Dirección Nacional de Geología y Minería, Buenos Aires, n° 113, p.1- 64.
- González, C. R., 1984, Rasgos paleogeográficos del Paleozoico Superior de Patagonia: Actas IX Congreso Geológico Argentino, Bariloche, v. 1, p. 191-205.
- González Díaz, F. E., 1979, Estratigrafía del área de la Cordillera Patagónica entre los paralelos 40° 30' y 41° de latitud sur (Provincia del Neuquén): Actas VII Congreso Geológico Argentino, Neuquén, v. 1, p. 525-537.
- Gradstein, F.M., Ogg, J., and Smith, A., 2004, A Geologic Time Scale 2004: Cambridge University Press, Cambridge, 589 p.
- Groeber, P. 1929. Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Publicación 58: 1-109, Buenos Aires.
- Groeber, P., 1955, Anotaciones sobre el Cretácico, supracretácico, Paleoceno, Eoceno y Cuaternario: Revista de la Asociación Geológica argentina, v. 10, n° 4, p.234-261.
- Halle, T.G., 1940, A fossil fertile *Lygodium* from the tertiary of South Chile: Svensk Botanisk Tidskrift, v. 34, h. 4, p. 257-264.
- Hechem, J. J., Figari, E. G., y Musacchio, E. A., 1987, Cuenca del Golfo San Jorge. Hallazgo de la Formación D-129. Información estratigráfica y paleontológica: Petrotecnia, v. 28, n° 11, p.13-15.
- Hechem, J. J., Homoc, J. F., y Figari, E. G., 1990, Estratigrafía del Chubutiano en las Sierras de San Bernardo, Cuenca del Golfo San Jorge, Chubut, Argentina: Actas XI Congreso Geológico Argentino, v. 2, p. 173-176.
- Heck, K.L., Van Belle, G. Jr., y Simbeloff, D., 1975, Explicit calculation of the rarefaction diversity measurement and the determination of sufficient sample size: Ecology, v. 56, p.1459-1461.
- Herrera, F., 2004, Solving the Cool Tropical Paradox: Paleotemperature and Paleoprecipitation Estimates Using Leaf Megafossils of a Tropical Paleocene Site in Northern Colombia: Reporte del The Explorers Club, Nueva York.
- Hickey, L.J., 1974, Clasificación de la arquitectura de las hojas de Dicotiledóneas, Boletín de la sociedad Argentina de Botánica, VI, n°1, p. 1-26.
- Hickey, L.J., 1977, Stratigraphy and paleobotany of the Golden Valley Formation (Early Tertiary) of western North Dakota: The Geological Society of America Memoir, v. 150, p.1-183.
- Hickey, L.J., y Wolfe, J.A., 1974, The bases of angiosperm phylogeny: vegetative morphology. Annals of the Missouri Botanical Garden, v. 62, n° 3, p. 538-589.

- Hill, R.S., y Brodribb, T.J., 1999, Southern conifers in time and space: *Australian Journal of Botany*, v. 47, p. 639-696.
- Hill y Pole, 1992, leaf and shoot morphology of extant *Afrocarpus*, *Nageia* and *Retrophyllum* (Podocarpaceae) species and species with similar leaf arrangement from Tertiary sediments in Australia: *Australian Systematic Botanist*, v.5, p. 337-358.
- Hinojosa, L.F., 2005, Cambios climáticos y vegetacionales inferidos a partir de paleofloras cenozoicas del sur de Sudamérica: *Revista Geológica de Chile*, v.32, n° 1, p. 95-115.
- Hinojosa, L.F., 2006, Physiognomical analysis and paleoclimate of the Ligorio Márquez fossil flora, Ligorio Márquez Formation, 46°45'S, Chile: en Nishida, H. (ed.), *Post-Cretaceous Floristic Changes in Southern Patagonia, Chile*, Chuo University, Tokyo, p. 45-55.
- Hollan, S.M., 2003, *Analytic Rarefaction 1.3*, programa de versión libre, Stratigraphy Lab, The University of Georgia. Disponible *on line* en: www.uga.edu/~strata/software/AnRareReadme.html
- Hünicken, M.A., 1966, Flora terciaria de los estratos de Río Turbio, Santa Cruz (Niveles plantíferos del Arroyo Santa Flavia): *Serie Ciencias Naturales, Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Córdoba*, v.56, p.139-262.
- Hünicken, M.A., 1995, Floras Cretácicas y Terciarias: en Stipanovic, P., y Hünicken, M.A. (eds.), *revisión y actualización de la Obra paleobotánica de Kurtz en la República Argentina. Actas de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba*, v.11, p. 199-220.
- Hurlbert, S.H., 1971, The concept of species diversity: a critique and alternative parameters: *Ecology*, v. 52, p.577-586.
- Iglesias, A., Zamuner, A.B., Poiré, D.G., y Larriestra, F., 2007, Diversity, taphonomy and palaeoecology of an angiosperm flora from the Cretaceous (Cenomanian–Coniacian) in southern Patagonia, Argentina: *Palaeontology*, v. 50, p.445-466.
- Ihering, H.Von, 1903, Les mollusques des terrains crétaciques supérieures de l'Argentine orientale: *Anales Museo Nacional Buenos Aires*, ser. III, T. II, Buenos Aires.
- Jacobs, G.F., y Deino, L., 1996, Test of climate-leaf physiognomy regression models, their application to two Miocene floras from Kenya, and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of the late Miocene Kapturo site: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 123, p.259-271.
- Jaramillo, C.A., 2002, Response of tropical vegetation to Paleogene warming: *Paleobiology*, v. 28, p. 222-243.
- Jaramillo, C., Muñoz, F., Cogollo, M., y Parra, F., 2005, Quantitative Biostratigraphy for the Paleocene of the Llanos Foothills, Colombia: Improving Palynological Resolution for Oil

- Exploration. In: Recent Developments in Applied Biostratigraphy, Powell, A.J., y Riding, J., (eds.), The Micropaleontological Society Special Publication, p. 145-159.
- Jaramillo, C.A., Rueda, M.J., y Mora, G., 2006, Cenozoic plant diversity in the Neotropics: Science, v. 311, p. 1893-1896.
- Johnson, K.R., 1989, A High-resolution megafloral biostratigraphy spanning the Cretaceous-tertiary boundary in the northern Great Plains: Tesis Doctoral Inédita, Yale University, New Haven, USA.
- Johnson, K.R., 1992, Leaf-fossil evidence for extensive floral extinction at the cretaceous-Tertiary boundary, North Dakota, USA: Cretaceous research, v.13, p. 91-117.
- Johnson, K.R., y Ellis, B., 2002, A tropical rainforest in Colorado 1.4 million years after the Cretaceous-Tertiary boundary: Science, v. 296, p. 2379-2383.
- Johnson, K.R., Nichols, D.J., Attrep, M., Jr., y Orth, C.J., 1989, High-resolution leaf-fossil record spanning the Cretaceous-Tertiary boundary: Nature, v. 340, p. 708-711.
- Johnson, K.R., Reynolds, M.L., Werth, K.W., y Thomasson, J.R., 2003, Overview of the Late Cretaceous, early Paleocene, and early Eocene megafloras of the Denver Basin, Colorado: Rocky Mountain Geology, v. 38, p. 101-120.
- Jones, J.H., Manchester, S.R., y Dilcher, D.L., 1988, *Dryophyllum* Debey ex Saporta, Juglandaceous not Fagaceous: Review of Palaeobotany and Palynology, v. 56, p. 205-211.
- Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA, y Stevens PF., 1999, Plant systematics: a phylogenetic approach. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Sunderland.
- Kennedy E.M., 2003, Late Cretaceous and Paleocene terrestrial climates of new Zealand: leaf fossil evidence from South Island assemblages: New Zealand Journal of geology and Geophysics, v. 46, p. 295-306.
- Kennedy, E.M., Spicer, R.A., y Rees, P.M., 2002, Quantitative paleoclimate estimates from late cretaceous and Paleocene leaf floras in the northwest of South Island, New Zealand: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 184, p. 321-345.
- Laffitte, G. A., y Villar, H. J., 1982, Poder reflector de la vitrinita y madurez térmica: Aplicación en el sector NO. de la Cuenca del Golfo San Jorge: Actas I Congreso Nacional de Hidrocarburos, petróleo y gas, Buenos Aire, Exploración, p. 171-182.
- Legarreta, L., y Uliana, M.A., 1994, Asociaciones de fósiles y hiatos en el Supracretácico-Neógeno de Patagonia: una perspectiva estratigráfico-secuencial: Ameghiniana 31 (3), p. 257-281.
- Legarreta, L., Uliana, M.A., y Torres, M., 1990, Secuencias deposicionales cenozoicas de Patagonia Central: sus relaciones con las asociaciones de mamífero terrestres y episodios marinos epicontinentales. Evaluación preliminar: Actas II Simposio del Terciario de Chile,

- Concepción, p. 135-176.
- Lesta, P.J., 1968, Estratigrafía de la Cuenca del Golfo San Jorge: Actas III Jornadas Geológicas Argentinas, Buenos Aires, v. 1, p. 251-289.
- Lesta, P.J., y Ferello, R., 1972, "Geología de la porción extraandina de la provincia del Chubut y Norte de la provincia de Santa Cruz" En Leanza, A.F. (Ed.): Geología Regional Argentina; Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. p. 601-654.
- Lesta, P. J., Ferello, R., y Chebli, G., 1972, "Chubut Extraandino" En Leanza, A.F. (Ed.): Geología Regional Argentina; Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, p. 1354-1364.
- Lesta, P. J., R. Ferello, y G. Chebli, 1980, Chubut Extraandino: Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias (J. Turner Eds.), Córdoba, v. 2, p. 1307-1380.
- Linares, E., y González, R.R., 1990, Catálogo de edades radimétricas de la República Argentina. Publicación especial de la Asociación Geológica Argentina, Serie B (Didáctica y Complementaria), nº 19, 627 p.
- Malumián, N. y Caramés, A., 1995, El Daniano marino de Patagonia (Argentina): Paleobiogeografía de los foraminíferos bentónicos; in Asociación Paleontológica Argentina (Ed.), Paleógeno de América del Sur, Publicación Especial, nº 3, p. 83-105.
- Machester, S. R., y Michael, S. Z., 1987, *Lygodium* foliage with intact sorophores from the Eocene of Wyoming: Botanical Gazette, v.148, nº 3, p.392-399.
- Martinez, G.A., 1988, Estudio estratigráfico y Paleoambiental de la sucesión terciaria en la Pampa de María Santísima, Departamento Sarmiento, Provincia de Chubut, República Argentina: trabajo de Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Martinez, G. A., 1992, "Paleoambiente de la Formación Salamanca en la Pampa de María Santísima, Departamento Sarmiento, Provincia de Chubut": Revista de la Asociación Geológica Argentina, 47 (3), p. 293-303.
- Marshall, L.G., Butler, R.F., Drake, R.E. and Curtis, G.H., 1981, Calibration of the beginning of the age of mammals in Patagonia: Science, v. 212, p. 43-45.
- Marshall, L.G., Sempere, T., and Butler, R.F., 1997, Chronostratigraphy of the mammal-bearing Paleocene of South America: Journal of South American Earth Sciences, v. 10, p. 49-70.
- Masiuk, V., 1967, Estratigrafía del Rocanense del Puesto P. Alvarez. Curso inferior del Río Chico, provincia del Chubut: Revista Museo de La Plata, nueva serie, paleontología, v. 34, p. 197-258.

- Mastandrea, O., Leanza, H., Hugo, C. y Oblitas, C., 1983, Fosfatos sedimentarios marinos radioactivos en la Formación Salamanca (Terciario inferior), provincia del Chubut: Revista de la Asociación Geológica Argentina, v. 38, nº 2, p. 185-191.
- Matheos S. D.; Brea, M.; Ganuza, D. Zamuner, A., 2001, "Sedimentología y paleoecología del Terciario inferior en el Sur de la Provincia del Chubut, República Argentina": Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología, v. 8, nº 1, p.93-104.
- Matheos, S., Brea, M., Zucol, A.F., Prámparo, M., Raigemborn, M.S., Iglesias, A., Fisher, A., 2005, Análisis Paleoambiental de las sedimentitas del Daniano del sector Sur de los lagos Muster y Colhué Huapi (Chubut, Argentina): Actas XVI Congreso Geológico Argentino, T. III, p. 83-90.
- Méndez, I., 1966, Foraminíferos, edad y correlación estratigráfica del Salamanquense de Punta Peligro (45°30'S; 67°11'W), Provincia del Chubut: Revista de la Asociación Geológica Argentina, v. 21, p. 127-157.
- Menéndez, C.A., 1961, Flora Cretácica de la Serie del Castillo, al S del Cerro Cachetaman, Chubut: Revista de la Asociación Geológica Argentina, T. XIV, nº. 3-1, p.219-233.
- Metcalfe y Chalk, 1950, Anatomy of the Dicotyledons: Clarendon Press, Oxford, v.2, 724 p.
- Moore, H.E., y Uhl, N., 1982, Major trends of evolution in palms: Botanical Review, v. 48, nº. 1, p. 1-69.
- Musacchio, E.A., y Chebli, G., 1975, Ostrácodos no marinos y carofitas del Cretácico inferior en las provincias de Chubut y Neuquén, Argentina: Ameghiniana, v. 12, p. 70-96.
- Narvaez, P., y Volkeimer, W., 2005, Nuevos datos palinológicos de la Formación Tunal, Daniano de la cuenca del Grupo Salta: Resumen XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata, p.465-466.
- Nakayama, C., 1972, Informe Geológico preliminar de la región comprendida entre la Sierra de Taquetrén y los cerros Los Chivos y Negro de Marrauf. Provincia del Chubut: informe inédito, Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires.
- Nakayama, C., 1975, Informe geológico preliminar del área comprendida por el codo sur del Arroyo Perdido hasta el Río Chubut. Departamento de Paso de Indios. Provincia del Chubut: informe inédito, Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires.
- Nocioni, A., 1993, Historia de la subsidencia de la Cuenca del Golfo San Jorge, Argentina: Actas 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Mendoza, v. 1, p. 21-26.

- Ocean Drilling Stratigraphic Network, 2004, ODSN Plate Tectonic Reconstruction Service: GEOMAR, Research Center for Marine Geosciences- Kiel, and the Geological Institute, University of Bremen. Disponible *on line* en: www.odsn.de/odsn/
- Okuda, M., Nishida, H., Uemura, K., y Yabe, A., 2006, Paleocene/Eocene pollen assemblages from the Ligorio Márquez Formation, Central Patagonia, XI Región, Chile: en Nishida, H. (ed) Post-Cretaceous Floristic Changes in Southern Patagonia, Chile, Chuo University, Tokio, p.37-43.
- Olsson, R.K., Berggren, W.A., Hemleben, C., y Huber, B.T., 1999, Atlas of Paleocene Planktonic Foraminifera: Smithsonian Contributions to Paleobiology, v. 85, p. 1-252.
- Olszewski, T.D., 2004, A unified mathematical framework for the measurement of richness and evenness within and among multiple communities: *Oikos*, v. 104, p.377-387.
- Page, R.F.N., Limarino, C.O., López Gamundi, O.R., y Page, S., 1984, Estratigrafía del Grupo Tepuel en su perfil tipo y en la región de El Molle, provincia del Chubut Actas IX Congreso Geológico Argentino, San Carlos de Bariloche, v. 1, p. 624.
- Pascual, R., y Odreman Rivas, O.E., 1971, Evolución de las comunidades de vertebrados del Terciario argentino. Los aspectos paleozoogeográficos y paleoclimáticos relacionados: *Ameghiniana*, v. 8, p. 372-412.
- Pascual, R., y Odreman Rivas, O.E., 1973, Las unidades estratigráficas del Terciario portadoras de mamíferos. Su distribución y sus relaciones con los acontecimientos diastróficos. Actas V Congreso Geológico Argentino, Villa Carlos Paz, v. 3, p. 293-338.
- Pascual, R., Ortega Hinojosa, E. J., Gondar, D., y Tonni, E. P., 1965, Las edades del Cenozoico mamífero de la Argentina, con especial atención a aquéllas del territorio bonaerense: *Anales de la Comisión de Investigaciones Científicas*, Buenos Aires, v. 6, p. 165-193.
- Pascual, R., y Ortiz Jaureguizar, E., 1991, El ciclo faunístico Cochabambiano (Paleocene temprano): su importancia en la historia biogeográfica de los mamíferos sudamericanos: en Subez-Soruco, R., (Ed.), *Fósiles y Facies de Bolivia*, v. 1: Santa Cruz de la Sierra, Revista Técnica de YPFB, v. 12, p. 559-574.
- Petriella, B.T.P., 1972, Estudio de maderas petrificadas del Terciario inferior del área central de Chubut (Cerro Bororó): *Revista del Museo de La Plata*, nueva serie, paleontología, n° 41.
- Petriella, B.T.P., y Archangelsky, S., 1975, Vegetación y ambientes en el Paleoceno de Chubut: Actas I Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Tucumán, v. 2, p. 257-270.
- Phillips, O.L., y Miller, J.S., 2002, Global patterns of plant diversity: Alwyn H. Gentry's forest transect data set: Missouri Botanical Garden Press, Sant Louis, 319 p.

- Piatnitzky, A., 1931, Observaciones estratigráficas sobre las tobas con mamíferos del terciario inferior en el valle del Río Chico (Chubut): Boletín de Informaciones Petrolíferas, Buenos Aires, v. 8, n° 103, p. 617-634.
- Piatnitzky, A., 1933, "Rético y Liásico en los valles del Río Genoa y Tecka y sedimentos continentales de la Sierra de San Bernardo": Boletín de informaciones Petroleras N° 103, p. 151-182.
- Piatnitzky, A., 1936, Informe preliminar sobre el estudio geológico de la región situada al norte de los lagos Colhue Huapi y Musters. Informe inédito, Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires.
- Prámparo, M.B., Matheos, S.D., Raigemborn, M.S., e Iglesias, A., 2006, Palinología de la Formación Salamanca en el sector sur de los Lagos Muster y Colgué Huapi (Chubut, Argentina): Resúmenes XIII Simposio Argentino de Paleontología y Palinología, Bahía Blanca, p. 64.
- Quattrocchio, M.E., Marquillas, R., y Volkheimer W., 1988, Palinología paleoambientes y edad de la Formación Tunal, Cuenca del Grupo Salta (Cretácico-Eoceno), República Argentina: Actas IV Congreso Argentino De Paleontología.Y Bioestratigrafía, Mendoza, v. 3, p. 95-107.
- Quattrocchio, M.; Volkheimer, W., y Del Papa, C., 1997, Palynology and paleoenvironment of the "Faja Gris" Mealla Formation (Salta Group) at Garabatal Creek (NW Argentina): Palynology, v. 21, p.31-247.
- Quattrocchio, M., y Ruiz, L., 1999, Paleoambiente en base a palinomorfos de la Formación Pedro Luro (? Maastrichtiano-Paleoceno), Cuenca del Colorado, Argentina: Ameghiniana, v. 36, n° 1, p. 37-47.
- Quattrocchio, M., y Del Papa, C., 2000, Paleoambiente de la Secuencia Maíz Gordo (¿Paleoceno tardío-Eoceno temprano?), Arroyo Las Tortugas, Cuenca del Grupo Salta (NO Argentina). Palinología y Sedimentología: Revista Española de Paleontología, v.15, n° 1, p. 57-70.
- Quattrocchio, M.E., y Volkheimer, W., 2001, Danian microfloral provinces in Argentina: Revista Española de Paleontología, v. 15, n° 1, p. 3-11.
- Quattrocchio, M.E., 2006, Palynology and Palaeocomunities of the Paleogene of Argentina: Revista Brasileira de Paleontología, v. 9, n° 1, p. 101-108.
- Ragonese, A.M., 1980, Leños fósiles de dicotiledóneas del Paleoceno de Patagonia, Argentina: Ameghiniana, v. 17, n° 4, p.297-311.
- Rapela, C., y Kay, S., 1988, Late Paleozoic to recent magmatic evolution of northern Patagonia: episodes, v. 11, n° 3, p. 119-133.

- Raunkiaer, C., 1934, The life forms of plants and statistical plant geography: Oxford, Clarendon, 632 p.
- Raup, D.M., 1975, Taxonomic diversity estimation using rarefaction: *Palaeobiology*, v.1, p. 333-342.
- Read y Hickey, L., 1972, A Revised Classification of Fossil Palm and Palm-like Leaves: *Taxon*, v. 21, n° 1, p.129-137.
- Rodríguez, M.F., y Panza, J.L., 2003, La ichnofacies de Glossifungites en la Formación Salamanca, Paleoceno, paraje Campamento Villegas, Chubut Argentina: Asociación Paleontológica Argentina Publicación Especial N° 9, p. 157-167.
- Roger, D.L., y Wilf, P., Why do toothed leaves correlate with cold climates? gas exchange at leaf margins provides new insights into a classic paleotemperature proxy: *International Journal of Plant Science*, v. 167, n° 1, p.11-18.
- Roll, A., 1938, Estudio geológico de la zona al sur del curso medio del Río Deseado (Patagonia): *Boletín de Informaciones Petroleras* N° 163, p.17-83.
- Romero, E.J., 1968, *Palmoxylon patagonicum* n. sp. del Terciario Inferior de la Provincia del Chubut, Argentina: *Ameghiniana*, v. 5, p. 417-432.
- Romero, E.J., 1986, Paleogene phytogeography and climatology of South America: *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 73, p. 449-461.
- Romero, E.J., y Arguijo, M., 1981, Nota sobre algunos problemas nomenclatoriales de especies del Cenofítico de Austrosudamérica: *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y palinología*, v.8, p.21-33.
- Romero, E.J., y Dibbern, M., 1982, Arquitectura foliar de las especies de Myrtaceae de la Provincia de Buenos Aires: *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, v. 20, n° 3-4, p.255-266.
- Romero, E.J., y Dibbern, M., 1985, A review of the species described as *Fagus* and *Nothofagus* by Dusen: *Palaeontographica*, Abt. B. Paläophytol, v. 197, p.123-137.
- Romero, E.J., y Hickey, L.J., 1976, Fossil leaf of Akaniaceae from Paleocene beds in Argentina: *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, v. 103, p. 126-131.
- Ruiz, L., y Quattrocchio, M., 1971, Stratigraphic palynology of Pedro Luro Formation (?Maastrichtian-Paleocene), Colorado Basin. Argentina: en *Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique Sud*, Elf Aquitaine Édition, Mémoire, v. 16, p. 361-371.
- Rull, V., 1999, Palaeofloristic and palaeovegetational changes across the Paleocene/Eocene boundary in northern South America: *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 107, p. 83-95.
- Russo, A., 1953, Levantamiento geológico al N de pico Salamanca entre el mar y la Pampa de Castillo, Salamanca y malaspina; escala 1:100.000: Informe inédito Yacimientos Petrolífero Fiscales, n° 165.

- Sanders, H.L., 1968, Marine benthic diversity: a comparative study: *American Naturalist*, v. 102, p. 243-282.
- Saporta, G. de, 1865, *Estudes sur la végétation du sud-est de la France à l'époque tertiaire*. *Annales des Sciencies Naturelles; Botanique; Paris*, ser.5, p. 3-46.
- Seward, A.C., 1919, *Fossil Plants. A text book for students of geology and botany*: Cambridge University Press, Cambridge, 543 pp.
- Simberloff, D., 1972, Properties of the rarefaction diversity measurement. *American Naturalist*, v. 106, p. 414-418.
- Spalletti y Mazzoni, 1979, Estratigrafia de la Formación Sarmiento en la Barranca Sur del Lago Colgué Huapí, Provincia de chubut: revista de la asociación Geológica Argentina, v. 34, n° 3, p. 271-281.
- Simpson, G.G., 1933, Stratigraphic nomenclature of the Early Tertiary of Central Patagonia: *American Museum Novitates*, New York, n° 644, p. 1-13.
- Simpson, G.G. 1932. Some new or little-known mammals from the Colpodon beds of Patagonia: *American Museum Novitates*, n° 575, p. 1-12.
- Simpson, G.G., 1935, Occurrence and relationships of the Rio Chico fauna of Patagonia: *American Museum Novitates*, New York, n° 818, p. 1-21.
- Simpson, G.G. 1940. Review of the mammal-bearing Tertiary of South America: *Proceedings of the American Philosophy Society*, v. 83, n° 5, p. 649-709.
- Simpson, G.G., 1941, The Eocene of Patagonia: *American Museum Novitates*, New York, n° 1120, p.1-15.
- Somoza, R., Cladera, G., y Archangelsky, S., 1995, Una nueva taoflora paleocena de Chubut, Patagonia, Su edad y ambiente de depositación: *Actas VI Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafia*, Trelew, p.265-269.
- Staesche, K., 1929, Schildkrötenreste aus der oberen Kreide Patagoniens: *Paläontographica*, v. 72, p. 103-112.
- Steiger, R.H. y Jäger, E., 1977, Subcommission on geochronology: convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology: *Earth and Planetary Science Letters*, v. 36, p. 359-362.
- Stappenbeck, R., 1909, Informe preliminar relativo a la parte sudeste del territorio del Chubut y el análisis químico del petróleo de Comodoro Rivadavia: *Anales del Ministerio de Agricultura de la Nación, sección Geología*, v. 4, n° 1.

- Stessin, A., 1929, "Gira de reconocimiento geológico en la parte media del valle del Río Chico (Chubut), con referencia en especial a la cuestión de las exploraciones petrolíferas" Informe inédito YPF.
- Stipanovic, P.N., 1957, El Complejo Porfirico de la Patagonia Extraandina y su fauna de anuros: *Acta Geológica Lilloana*, Tucumán, v. 1, p. 185-297.
- Stockey, R.A., y Ko, H., 1988, Cuticle Micromorphology of Some New Caledonian Podocarps: *Botanical Gazette*, v. 149, n°. 2, p. 240-252.
- Storey, B.C. y Alabaster, T. 1991, Tectonomagmatic control on Gondwana break-up models: Evidence from the proto-Atlantic margin of Antarctica; *Tectonics*, v. 10, p. 1274-1288.
- Suárez, M., de la Cruz, R. y Troncoso, A., 2000, Tropical/subtropical upper Paleocene - lower Eocene fluvial deposits in eastern central Patagonia, Chile (46°45'S): *Journal of South American Earth Sciences*, v. 13, p. 527-536.
- Tipper, J.C., 1979, Rarefaction and rarefaction—the use and abuse of a method in paleontology: *Paleobiology*, v. 5, p. 423-434.
- Traverso, N.E., 1951, La flora fósil de el mirador (Chubut) conservada en el Museo de La Plata: Tesis Doctoral inédita, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad nacional de La Plata, 103 p.
- Troncoso, A., 1992, La flora fósil de Quinamavida (VII Región, Chile): *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural de Chile*, v. 43, p.155-178.
- Troncoso, A., Suárez, M., de la Cruz, R., Palma-Heldt, S., 2002, Paleoflora de la Formación Ligorio Márquez (XI Región, Chile) en su localidad tipo: sistemática, edad e implicancias paleoclimáticas: *Revista Geológica Chilena*, v. 29, p.113-135.
- Uhl, N. W., y Dransfield, J., 1987, *Genera palmarum. A classification of palms based on the work of Harold E. Moore: Jr.* Allen Press, Lawrence, Kansas. 610 p.
- Uhl, N. W., y Dransfield, J., 1999, *Genera palmarum after ten years: en Henderson A., y Borchsenius, F., (Eds.), Evolution, variation, and classification of palms: Memoirs of The New York Botanical Garden*, v. 83, p. 245-253.
- Uliana, M., Biddle, K. y Cerda, J., 1989, Mesozoic extension and the formation of Argentine sedimentary basins. En *Extensional Tectonics and Stratigraphy of the North Atlantic Margins: American Association of Petroleum Geologists, Memoir 46* (A. Tankard y H. Balkwill Eds.), p. 599-614, Tulsa, U.S.A.
- Uliana, M.A. y Legarreta, L., 1999, Jurásico y Cretácico de la Cuenca del Golfo de San Jorge: in Caminos, R. (Ed.), *Geología Argentina, SEGEMAR*, v. 29, p. 496-510.

- Urien, C.M., y Zambrano, J.J., 1973, The geology of the basins of the Argentine continental margin and Malvinas Plateau: en Nairn, A.E.M. y Stehli, F.G. (Eds.), The ocean basins and margins; the south Atlantic: Plenum Press, New York, p. 135-169.
- Vail, P.R. Mitchum, Jr., R.M., Todd, R.G., Wildmier, J.M., Thompson, S., Sangree, J.B., Bub, J.N. y Hatfield, W.G., 1977, Seismic stratigraphy and global changes of sea level: en Payton, C. E. (Ed), Seismic stratigraphy –Applications to hidrocarbon Exploration: American Association of Petroleum Geology Memoirs, v. 26, p. 49-212.
- Van Nieuwenhuise, D.S., y Ormiston, A.R., 1989, A model for the origin of source-rich lacustrine facies, San Jorge Basin, Argentina: Primer Congreso Nacional de Exploración de Hidrocarburos.
- Vilela, C. R., 1971, Descripción Geológica de la Hoja 48c "Lago Musters". Provincia de Chubut. Carta Geológico-Económica de la República Argentina Escala 1:200.000: Servicio Geológico Minero Nacional, Boletín nº 113, p. 1-64.
- Webb, L.J., 1959, Environmental relationships of the structural types of Australian rain forest vegetation: Ecology, v. 49, p. 296-311.
- Wichmann, R., 1921, Estudio geológico de la zona de reserva de explotación nacional de petróleo en Comodoro Rivadavia (Territorio Nacional de Chubut): Boletín de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología del Ministerio de Agricultura de la Nación Argentina - Serie B: Geología, Nº 25, Buenos Aires. 18 p.
- Wilckens, O., 1905, Die meeresablagerungen der Kreide- und tertiär-Formation in Patagonien: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie, Paläontologie, v. 21, p.98-195.
- Wilf, P., 1996, How good are dicot leaves as thermometers? : Resúmenes del International organization of paleobotany Quadrennial Conference, v.5, p. 112.
- Wilf, P., 1997, When are leaves good thermometers? A new case for Leaf Margin Analysis: Paleobiology, v. 23, p. 373-390.
- Wilf, P., 2000, Late Paleocene-early Eocene climate changes in southwestern Wyoming: paleobotanical analysis: Geological Society of America Bulletin, v. 112, p. 292-307.
- Wilf, P., Wing, S.L., Greenwood, D.R., and Greenwood, C.L., 1998, Using fossil leaves as paleoprecipitation indicators, an Eocene example: Geology, v. 26, p. 203-206.
- Wilf, P., Cúneo, N.R., Johnson, K.R., Hicks, J.F., Wing, S.L., and Obradovich, J.D., 2003, High plant diversity in Eocene South America: evidence from Patagonia: Science, v. 300, p. 122-125.
- Wilf, P., Johnson, K.R., Cúneo, N.R., Smith, M.E., Singer, B.S., and Gandolfo, M.A., 2005, Eocene plant diversity at Laguna del Hunco and Río Pichileufú, Patagonia, Argentina: American Naturalist, v. 165, p. 634-650.

- Wilf, P., Labandeira, C.C., Johnson, K.R., and Ellis, B., 2006, Decoupled plant and insect diversity after the end-Cretaceous extinction: *Science*, v. 313, p. 1112-1115.
- Windhausen, A., 1918, The problem of the Cretaceous-Tertiary boundary in South America and stratigraphic position of the San Jorge Formation in Patagonia: *American journal of Science*, Washington, v. 45, n° 265, p. 2-53.
- Windhausen, A., 1924a, Líneas generales de la constitución geológica de la región situada al oeste del Golfo San Jorge: *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias*, Córdoba, v. 27, p. 167-320.
- Windhausen, A., 1924b, Informe geológico sobre la estructura de los estratos terciarios de la zona situada al sur y suroeste de la zona de reserva de Comodoro Rivadavia. Informe inédito N° 2172, Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires.
- Windhausen, A., 1931, *Geología Argentina. Segunda parte. Geología Histórica y regional del territorio argentino*. Ediciones Peuser, 646 p.
- Wing, S.L., y Greenwood, D.R., 1993, Fossils and fossil climate: the case for equable continental interiors in the Eocene: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London ser. B*, v. 341, p. 243-252.
- Wing, S.L., y Harrington, G.J., 2001, Floral response to rapid warming in the earliest Eocene and implications for concurrent faunal change: *Paleobiology*, v. 27, p. 539-563.
- Wing, S.L., Alroy, J., y Hickey, L.J., 1995, Plant and mammal diversity in the Paleocene to early Eocene of the Bighorn Basin: *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, v. 115, p. 117-155.
- Wing, S.L., Herrera, F., y Jaramillo, C.A., 2004, A Paleocene flora from the Cerrejón Formation, Guajira Peninsula, northeastern Colombia: *International Organization of Paleobotany, VIIth Quadrennial Conference, Bariloche, Argentina, Abstracts*, p. 146-147.
- Wing, S.L., Harrington, G.J., Smith, F.A., Blotch, J.I., Boyer, D.M., y Freeman, K.H., 2005, Transient Floral Change and rapid Global Warming at the Paleocene-Eocene Boundary: *Science*, v. 310, p. 993-997.
- Wolfe, J.A., 1971, Tertiary climatic fluctuations and methods of analysis of Tertiary floras: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 9, p. 27-57.
- Wolfe, J.A., 1978, A paleobotanical interpretation of Tertiary climates in the Northern Hemisphere: *American Scientist*, v. 66, p. 694-703.
- Wolfe, J.A., 1979, Temperature parameters of humid to mesic forests of eastern Asia and relation to forests of other regions of northern hemisphere and Australasia: *US Geological Survey Professional Paper 1106*, 37 p.

- Wolfe, J.A., 1993, A method of obtaining climatic parameters from leaf assemblages: U.S. Geological Survey Bulletin, v. 2040, p. 1-71.
- Wolfe, J.A., y Hopkings, D.M., 1967, Climatic changes recorded by Tertiary land floras I northwestern North America: en Hatai, K. (Ed.) Tertiary correlations and climatic changes in the Pacific: Resúmenes del XI Pacific Science Congress, Tokyo, v. 25, p. 67-76.
- Wolfe, J.A., y Upchurch, G.R., 1986, Vegetation, climatic and floral changes at the Cretaceous-Tertiary boundary: Nature, v. 324, p. 148-152.
- Wolfe, J. A., y Upchurch, G. R., 1987, North American nonmarine climates and vegetation during the Late Cretaceous: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 61, p. 33-77.
- Yabe, A., Uemura, K., Nishida, H., 2006, Geological notes on plant fossil localities of the Ligorio Márquez Formation, central Patagonia, Chile: In Nishida (ed.) Post-Cretaceous Floristic Changes in Southern Patagonia, Chile: Chuo University, Tokyo, p. 29-35.
- Yoshida, A., 1990, Preliminary notes on the palynological remnants from Mina Ligorio Márquez, Chile Chico, Chile. en: Nishida, M. (ed.), A Report of the Paleobotanical Survey to Patagonia, Chile, Chiba University, Chiba, p. 12-15.
- Yrigoyen, M. R., 1969, Problemas estratigráficos del Terciario de Argentina: Ameghiniana, 4 (4), p. 315-327.
- Zamaloa, M.C., Andreis, R.R., 1995, Asociación palinológica del Paleoceno Temprano (Formación Salamanca) en Ea. Laguna Manantiales, Santa Cruz, Argentina: Actas del Sexto Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Trelew, v. 1, p. 301-305.
- Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E., y Billups, K., 2001, Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present: Science, v. 292, p. 686-693.
- Zucol, A., Matheos, S.D., Prámparo, M., Brea, M., y Raigemborn, M.S., 2004 Enfoque multidisciplinario aplicado al estudio del Paleoceno inferior del Bosque José Ormaechea, Chubut, Argentina: Revista de la asociación Argentina de Sedimentología, v. 11, p.85-86.
- Zamuner A, Brea, M, Ganuza, D y Matheos, S., 2000, Resultados anatómico-sistemáticos preliminares en la lignoflora del Bosque de Szilápelis (Terciario Inferior), Prov. del Chubut: Ameghiniana, v. 37, nº 4, p.80R
- Zastawniak, E., 1994, Upper Cretaceous leaf flora from the Blazyk Moraine (Zamek Formation), King George Island, South Shetland Islands, West Antarctica: Acta Palaeobotánica, v. 34, p. 119-163.