

Paleoflora de la Formación Ligorio Márquez (XI Región, Chile) en su localidad tipo: sistemática, edad e implicancias paleoclimáticas

Alejandro Troncoso

Instituto de Biología Vegetal y Biotecnología,
Universidad de Talca, Casilla 747, Talca, Chile
aletronc@pehuenche.otalca.cl

Manuel Suárez

Servicio Nacional de Geología y Minería,
Avda Sta. María, Casilla 10465, Santiago, Chile
msuarez@sernageomin.cl

Rita de la Cruz

rcruz@sernageomin.cl

Sylvia Palma-Heldt

Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Concepción,
Casilla 2-D, Concepción, Chile
sypalma@udec.cl

RESUMEN

Los resultados del estudio de improntas foliares y polen fósiles recuperados de sedimentos de la Formación Ligorio Márquez, en su localidad tipo, al sur de Chile Chico, en la XI Región de Chile, son presentados en este artículo. La paleomegaflora incluye veinte órganospecies, catorce de ellas Lauraceae. El elenco palinológico recuperado, que proviene de niveles estratigráficos ca. 15 m superiores a aquellos que contienen la paleomegaflora, está constituido por siete especies polínicas de Pteridophyta, dos de Pinophyta y cuatro de Magnoliophyta. Los resultados paleobotánicos permiten postular afinidades de esta paleoflora con aquella de Concepción-Arauco, y que la edad más probable de la formación sea paleocena superior. Los nuevos antecedentes paleoflorísticos indican, además, un paleoclima húmedo, de altas temperaturas medias anuales y bajo rango de variaciones medias.

Palabras claves: Sistemática, Paleobotánica, Paleógeno, Paleoclima, Patagonia, Aisén, Chile.

ABSTRACT

The fossil flora from the Ligorio Márquez Formation (XI Region, Chile) in its type-locality: systematics, age and palaeoclimatical implications. Fossil leaves and pollen obtained from sediments in the type-locality of Ligorio Márquez Formation, south of Chile Chico, in the XI Región, southern Chile, are reported in this paper. The megafossils include twenty leaf species, fourteen of them being Lauraceae. In fossil pollen, coming from ca. 15 m higher stratigraphic levels than the paleomegaflora, Pteridophyta, Pinophyta and Magnoliophyta are represented through seven, two and four palynological species, respectively. Affinities of this fossil flora with the Concepción-Arauco paleoflora are proposed. A Late Paleocene age and a wet paleoclimate with high mean annual temperatures and low mean variation range are suggested by this fossil assemblage.

Key words: Systematics, Paleobotany, Paleogene, Paleoclimate, Patagonia, Aisén, Chile.

Revista Geológica de Chile, Vol. 29, No. 1, p. 113-135, 3 Figs., 2 Láms., Julio 2002.

INTRODUCCION

El registro sedimentario cenozoico de la región de Aisén (44°S-49°S), en la parte oriental de la Cordillera Patagónica Central en Chile, se caracteriza por una sucesión principalmente clástica y continental, con una intercalación marina (denominada Formación Guadal) reconocida al sur del lago General Carrera (46°30'S). La preponderancia de depósitos principalmente fluviales en este registro cenozoico ha hecho que su cronología sea muy poco conocida, basándose ésta principalmente en correlaciones litoestratigráficas con sucesiones expuestas en Argentina, las que han sido datadas por medio de vertebrados fósiles y, parcialmente, mediante métodos radiométricos ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ y K-Ar; Marshall y Salinas, 1990).

En el Cenozoico de la parte chilena y oriental de la Cordillera Patagónica Central la unidad más antigua referida en la literatura correspondía a la Formación San José (Flint *et al.*, 1994), atribuida al Paleógeno (Ray, 1996) por infrayacer a la Formación Guadal, del Oligoceno Superior- Mioceno Inferior (Frassinetti y Covacevich, 1999). Recientemente, se ha reconocido, en la zona al sur del lago General Carrera, una sucesión de areniscas fluviales de cuarzo definida como Formación Ligorio Márquez (Suárez *et al.*, 2000a). En el sector entre Mallín Grande y el río Furioso dicha sucesión infrayace a la Formación San José, mientras que en su localidad tipo, en el sector de la llamada 'Mina Ligorio Márquez', 25 km al sur de Chile Chico, están cubiertas por basaltos paleocenos (?) -eocenos.

Niemeyer (1975) fue quien primero registró la presencia de restos vegetales fósiles en el área. Posteriormente, Uemura (1988) recolectó material de improntas foliares en la mina Ligorio Márquez y dio a conocer una lista preliminar de especies, incluyendo los estratos portadores en la Formación Guadal de Niemeyer (1975), o Unidad sedimentaria marina inferior de Charrier *et al.* (1979). Uemura (1988) señaló la presencia de megafósiles vegetales en la vertiente occidental de la parte norte de la meseta Guadal, que incluyen restos de *Nothofagus* en limolitas, que también asignó a la Formación Guadal (Uemura, 1988, Fig. 4).

Posteriormente, Yoshida (1990) estudió granos de polen a partir de muestras recolectadas por

Uemura (1988) en Mina Ligorio Márquez. Los resultados de estos dos últimos autores son discutidos a la luz de los nuevos antecedentes expuestos en este artículo.

Recientemente, la estratigrafía y tectónica de la zona ha sido revisada por Suárez y de la Cruz (1996) y Suárez *et al.* (2000), quienes son los autores de los aspectos geológicos de este trabajo.

El material de megaflore, objetivo principal del presente artículo, cuyo estudio ha sido realizado por uno de los autores (AT), fue recolectado en la localidad tipo de la Formación Ligorio Márquez (36°46'S-71°50'W; coordenadas UTM: 708875-4560590 y 709174-4561051; Fig. texto 1), en dos oportunidades, por Suárez y de la Cruz en 1998, y posteriormente ambos geólogos, acompañados por A. Troncoso, en 2000. Corresponde a improntas

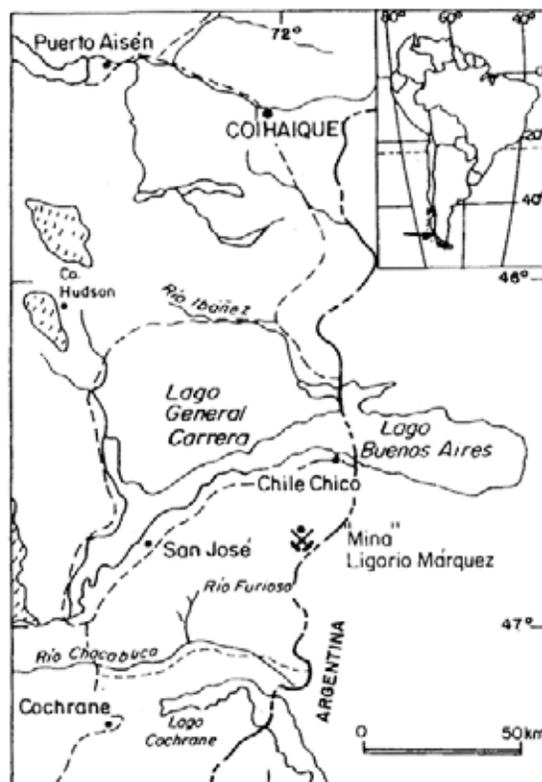
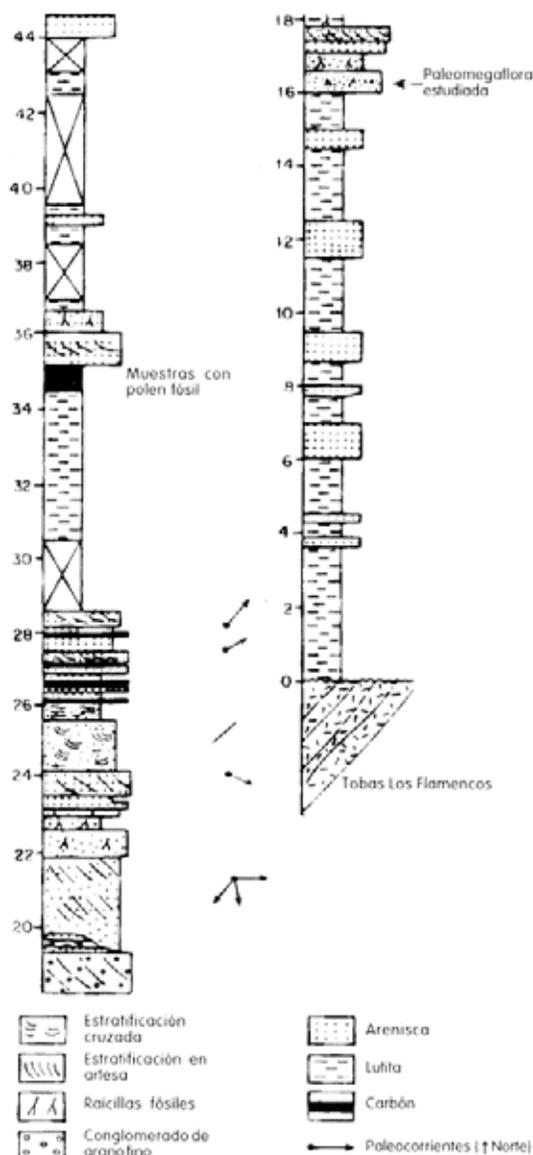


FIG. texto 1. Mapa de ubicación del sitio de recolección de las muestras.



foliares bien preservadas, que permiten un buen estudio de su arquitectura, aunque carentes de cutícula. Los restos fósiles se hallan en niveles de areniscas (Fig. texto 2).

El estudio de la megaflore fue complementado, a modo de contrastación de los resultados logrados con los megafósiles, por un análisis palinológico. Las únicas muestras que aportaron palinomorfos, recolectadas por M. Suárez y R. de la Cruz, se ubican estratigráficamente a ca. 15 m sobre el nivel con hojas (Fig. texto 2). El estudio fue realizado por S. Palma-Heldt. Las muestras palinológicas están depositadas en la palinoteca del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Concepción.

En el presente trabajo se describe el material de hojas identificadas con nomenclatura abierta, a excepción de *Camphoromoea speciosa* Engelhardt (1891), cuya diagnosis original es breve, incompleta y está basada en material fragmentario.

El material de macrofósiles estudiado está depositado en la Colección Paleontológica del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) con el acrónimo SNGM.

Las ilustraciones que acompañan al artículo fueron realizadas a partir de fotografías digitales de los fósiles, las que fueron impresas y luego retocadas sobre la base de observación a la lupa. Las fotografías así preparadas fueron replicadas posteriormente mediante escáner y finalmente se compuso la lámina usando el software Power Point.

FIG. texto 2. Columna estratigráfica de la Formación Ligorio Márquez en su localidad tipo (tomado de Suárez *et al.*, 2000), donde se indican los niveles de procedencia de las muestras estudiadas.

GEOLOGIA LOCAL

La Formación Ligorio Márquez fue definida por Suárez *et al.* (2000), en reemplazo de la unidad 'Estratos de Ligorio Márquez' (Suárez y de la Cruz, 1996). En la localidad tipo, esta formación comprende una sucesión subhorizontal, ca. 60 m de potencia, de areniscas ricas en cuarzo con intercalaciones de lutitas carbonosas y algunos horizontes de carbón de 20 a 75 cm de espesor; las

raicillas fósiles son abundantes, principalmente en las lutitas y areniscas de grano fino. Se observan clastos que provienen de terrenos con volcanitas ácidas y con rocas metamórficas. Un estudio preliminar de las paleocorrientes, indica un sentido general de transporte de oeste a este.

La Formación Ligorio Márquez sobreyace, en discordancia angular y de erosión, a ignimbritas

subaéreas (Tobas Los Flamencos), con valores K-Ar (biotita) de 128-123±3 Ma (Suárez *et al.*, 2000a), que corresponde al Barremiano. Estas ignimbritas, a su vez, sobreyacen a areniscas y lutitas marinas (Formación Cerro Colorado), que se presentan plegadas y falladas, y que también son del Cretácico Inferior, edad fundamentada por la presencia de *Pterophyllum* sp., *Steinmanella* sp. y *Ostrea tardenensis* Stanton (Covacevich *in* Suárez y de la Cruz, 1996; Suárez *et al.*, 2000a). El polen fósil recuperado de estratos expuestos ca. 60 km al SSW, en las nacientes del río Chacabuco, indica la misma edad (Alfaro *et al.*, 1997). A su vez, la Formación Ligorio Márquez infrayace, en suave discordancia erosional, a basaltos datados (K-Ar, roca total) en 41,6±1,4 Ma., sobre los cuales se apoya la Formación Guadal. En estos mismos basaltos, en otra localidad, ubicada más al norte, Charrier *et al.* (1979) obtuvieron dataciones de 57±1 a 44±5 Ma.

La Formación Guadal, en las cercanías de Puerto Guadal, sector suroccidental del lago General Carrera, fue asignada al Oligoceno Superior- Mioceno Inferior por Frassinetti y Covacevich (1999). Las formaciones Ligorio Márquez y Cerro Colorado,

corresponden al llamado 'Primer Nivel Marino con *Ostrea*' (Niemeyer *et al.*, 1984), asignado al Cretácico Superior-Paleoceno. Más recientemente, Ray (1996) incluyó las formaciones mencionadas anteriormente en la Formación San José, definida por Flint *et al.* (1994) en la zona del mismo nombre, al suroeste del lago General Carrera (Fig. texto 1). Sin embargo, estudios recientes, en progreso por los autores (MS y RDLC), han permitido reconocer que la Formación San José, en la localidad de Río Furioso (Fig. texto 1), sobreyace en concordancia a la Formación Ligorio Márquez, de la cual se diferencia por ser volcánoclastica e incluir algunas intercalaciones tufíticas. Inmediatamente al este de los afloramientos de la localidad tipo de la Formación Ligorio Márquez, las unidades sedimentarias y basálticas del Eoceno y Mioceno Inferior-Medio están plegadas y falladas inversamente. Dos eventos de deformación compresiva han sido reconocidos, por lo tanto, en el área al sur de Chile Chico. El primero, de edad prepaleocena superior y poscretácica inferior; el segundo, de edad posmiocena inferior a medio (Suárez y de la Cruz, 2000; Suárez *et al.*, 2000b).

DESCRIPCIONES SISTEMÁTICAS

División Pinophyta Cronquist, Takhtajan y Zimmermann, 1966 Podocarpaceae Endlicher, 1847. *Nom. Conserv.*

Podocarpus inopinatus Florin, 1940 (Lám. 2, Fig. 5)

Sequoia chilensis Engelhardt, 1891, p. 646; Lám. 2, Figs. 11-15.

S. chilensis Engelhardt. Engelhardt, 1905 (ex parte), p. 71; Lám. 1, Fig. 3.

Podocarpus inopinatus Florin, 1940, p. 15-18; Lám. 6, Figs. 1-10.

P. inopinatus Florin. Menéndez, 1972, p. 289-292; Figs. 1-11.

P. inopinatus Florin. Troncoso, 1992, p. 158; Lám. 1, Fig. 4.

Material estudiado: espécimen SNGM 229 (A).

Estado de preservación: pequeño fragmento apical de tallo con hojas.

Comentarios: aunque no se observa el típico dimorfismo foliar de la especie, este ejemplar es asimilable a *P. inopinatus* Florin por el resto de sus características foliares (tamaño, forma y disposición). Las hojas son pequeñas, de hasta 4 mm de largo y alrededor de 0,5 mm de ancho, algunas algo falcadas, de ápice agudo y dispuestas espiraladamente sobre la ramilla.

Registros anteriores: Maastrichtiano de Cerro Guido (Menéndez, 1972), Paleoceno Superior de Arauco (Engelhardt, 1891, 1905; Florin, 1940), Eoceno Inferior de Quinamávida (Troncoso, 1992).

División Magnoliophyta Cronquist, Takhtajan y Zimmermann, 1966
Monimiaceae A. L. de Jussieu, 1789 *sensu lato*

cf. *Daphnandra* sp.
 (Lám. 1, Fig. 9)

Material estudiado: espécimen SNGM 240 (A). Estado de preservación: presenta cerca del 70% de la porción apical de la hoja, cuya venación es sólo parcialmente visible.

Descripción: la hoja es lanceolada, de un largo inferido de alrededor de 11 cm y un ancho máximo de 2,5 cm. Se ha preservado la mitad apical, por lo que no se dispone de la base; el ápice, aunque ausente, parece ser agudo. El borde es aserrado; los dientes se hallan regularmente espaciados y son rectos o curvados, agudos, recto-recto a convexo-rectos y convexo-cóncavos. La venación es

poco visible, débil y pinnada camptódroma. La vena media es delgada y curvada hacia el ápice. Las venas secundarias son poco evidentes y delgadas; se originan de la vena media en un ángulo de alrededor de 20 a 25°, y luego son casi paralelas al margen, con ramas terciarias que ingresan a los dientes. Se observan algunas venas terciarias, muy finas; ellas son perpendiculares a la vena media y forman un retículo amplio en el área intercostal.

Comentarios: la venación poco nítida impide una determinación precisa. El ejemplar fósil muestra, aunque no del todo, las características generales de la actual *Daphnandra apetala* Schodde, tal cual ha sido ilustrada por Klucking (1987, Lám. 141, Fig. 3).

Bignoniaceae A. L. de Jussieu, 1789. *Nom. Conserv.*

aff. *Bignonia gigantifolia* Engelhardt, 1891
 (Lám. 1, Fig. 1)

Bignonia gigantifolia Engelhardt, 1891, p. 660; Lám. 10, Fig. 6.

Material estudiado: espécimen SNGM 241. Estado de preservación: presenta sólo el tercio basal de la hoja, con una venación nítida.

Comentarios: se dispone de un solo ejemplar, en

el que se ha preservado únicamente el tercio basal, porción que se corresponde adecuadamente con la ilustración del material original. El tamaño del espécimen de Ligorio Márquez es algo menor, y una de las venas primarias laterales presenta ramificaciones basiscópicas; esto último también suele ocurrir en Bignoniaceae actuales.

Registros anteriores: Paleoceno Superior de Arauco (Engelhardt, 1891).

Lauraceae A. L. de Jussieu, 1789. *Nom. Conserv.*

En general, la asignación a géneros actuales de la mayor parte de las órganospecies que se incluyen en esta familia es discutible. En muchos casos éstas podrían ya sea incorporarse, con iguales argumentos, a más de un género actual, o bien a ninguno, a pesar de mostrar ciertas características comunes.

Para el género *Cinnamomum* el tratamiento seguido aquí corresponde a uno estrictamente paleobotánico, tratando, en lo posible, de reflejar lo

más adecuadamente las diferentes morfologías halladas. Es posible que a futuro, con más y mejores ejemplares se constatare que se trata de una o pocas especies biológicas con gran variabilidad foliar, particularmente en lo que concierne a la venación. Esto último se aprecia en la especie actual de *Cinnamomum burmanni* Blume, 1825. No obstante ello, resulta más riguroso y acorde a los principios paleobotánicos, por ahora, el tratamiento sistemático aquí seguido.

***Camphoromoea speciosa* Engelhardt, 1891**
(Lám. 1, Fig. 8)

Camphoromoea speciosa Engelhardt, 1891, p. 652-653; Lám. 3, Fig. 1.

?*C. speciosa* Engelhardt. Troncoso, 1992, p. 158; Lám. 1, Fig. 3.

Material estudiado: espécimen SNGM226. Estado de preservación: muy bueno; la venación es claramente visible, aunque carece del ápice y de la base de una hemilámina.

Descripción: la hoja es ovada, de un largo inferido de 95 mm y un ancho, también inferido, de 42 mm. Su base es obtusa y su borde entero. El ápice no se ha preservado.

La venación es pinnada camptódroma. La vena media es recta. Se han preservado tres pares de venas secundarias; probablemente el número de éstas en el ejemplar completo era de seis o siete pares. El espaciamento de las venas secundarias es amplio hacia la base y angosto hacia el ápice; la primera de ellas nace a 17 mm de la base, la segunda de la misma hemilámina a 36 mm de la basal y la tercera a 16 mm de la anterior; la relación con la secundaria opuesta es variable, desde exactamente opuestas (en el tercer par) a subopuestas y separadas por 2 mm en las basales y 6 mm, en las segundas. Las venas secundarias siguen un curso curvo, acercándose a la superadyacente en forma gradual, respecto de la distancia entre ambas, pero sin conectarse directamente a ella, sino que uniéndose a través de venas terciarias percurrentes. El ángulo de emergencia de las venas secundarias es de ca. 45° (moderado). Externamente a las secundarias se originan arcos camptódromos a partir de las mismas. Las venas terciarias surgen en ángulo recto, tanto desde la vena media como de las secundarias; su recorrido es sinuoso, algunas de ellas se bifurcan exmedialmente. Las venas terciarias que unen dos venas secundarias vecinas son normales a la vena media en el sector más basal de la conexión entre las secundarias, pero luego cambian de ángulo y se hacen algo oblicuas a la vena media cuando surgen cerca del extremo de la vena secundaria más basal (venación intercostal escalariforme admedialmente, algo percurrente exmedialmente). Las venas cuaternarias surgen normales a las terciarias y constituyen un retículo entre ellas. Las areolas son tetra a pentagonales.

Comentarios: Engelhardt (1891) asignó los mate-

riales de esta órganoespecie -procedentes de Arauco- al género *Camphoromoea*, el cual, en la actualidad, se halla sinonimizado a *Ocotea*. Sin embargo, cuando se compara esta forma con las especies de *Ocotea* descritas y figuradas en la extensa revisión de la arquitectura foliar de Lauraceae publicada por Klucking (1987), que incluyó 126 especies de este género, la órganoespecie chilena en estudio difiere sustancialmente, en particular respecto de la venación terciaria. La venación terciaria de la forma aquí descrita es esencialmente escalariforme, no siendo así en las especies de *Ocotea*.

La combinación de características presentes en esta especie la hace singular y difícil de asimilar a algún género actual. De las especies descritas y figuradas por Klucking (1987) puede cotejarse adecuadamente con especies de diversos géneros, con los cuales, sin embargo, difiere en uno u otro aspecto. Así, por ejemplo, al compararla con *Actinodaphne borneensis* Meissner, 1864 se le parece en forma, borde y patrón general de venación, pero el ángulo de divergencia de las venas secundarias es más mayor en la especie actual; además, es diferente el espaciamento entre ellas.

Registros anteriores: Paleoceno Superior de Arauco (Engelhardt, 1891), Eoceno Inferior de Quinamávida (Troncoso, 1992, con dudas).

***Cinnamomum* sp. 1**
(Lám. 1, Fig. 2)

Phoebe elliptica Engelhardt. Berry, 1938, p. 115; Lám. 41, Figs. 6 y 7.

Material estudiado: ejemplares SNGM 228 (A)-242 (B). Estado de preservación: los especímenes están bien preservados, pero son incompletos.

Descripción: la hoja es ovada, casi elíptica, notablemente falcada, mide alrededor de 50 mm de largo por 20 de ancho máximo. El borde es entero y la base decurrente; el ápice no está preservado.

La venación es pinnada eucamptódroma, con la vena media curvada. Se observan tres pares de venas secundarias en el sector preservado. El primer par es levemente suprabasilar, casi basal; se origina en un ángulo cercano a 25° y luego cada vena se curva levemente hasta hacerse casi paralela al margen, recorriendo cuatro quintos del largo total de la hoja; surgen de ella ramificaciones exmediales, de calibre menor, en ángulos de 50°

que forman arcos camptódromos; en el sector admedial, en cambio, existen venas terciarias en ángulo de 90°, levemente oblicuas a la vena media. El segundo par de venas secundarias nace a ca. 30 mm de la base, en un ángulo entre 50 y 65°, luego se curvan, del mismo modo que el primer par, haciéndose casi paralelas al margen. Las venas del primer y segundo par de la misma hemilámina se unen a través de venas terciarias escalariformes. El tercer par de venas secundarias es de menor calibre que los dos anteriores y se origina, ya cerca del ápice, en un ángulo levemente menor al del segundo par. Externamente al primer par de venas secundarias se observa, con dificultad, una vena capilar ubicada cerca del margen. La venación terciaria, donde es observable, es perpendicular o casi perpendicular a la vena media.

Comentarios: el material estudiado se parece a la actual *Cinnamomum parthenoxylon* Meissner, 1864, (ver Klucking, 1987, Lám. 36, Fig. 6); una venación parecida muestra, también, *C. archboldiana* Allen, 1942 (Klucking, 1987, Lám. 37, Fig. 4). Los ejemplares identificados y figurados como *Phoebe elliptica* Engelhardt por Berry (1938) parecen no corresponder a dicha especie. La ilustración original de Engelhardt (1891) muestra el primer par de venas secundarias en posición claramente supra-basilar, arqueadas cerca de su origen y broquidóromas; la hoja tiene ápice acuminado. Ninguna de estas características es observable en los ejemplares ilustrados por Berry (1938; Lám. 6, Figs. 6 y 7). Por lo anterior, se propone excluir estos últimos de dicha especie e incluirlos en *Cinnamomum* sp. 1.

Registros anteriores: Paleoceno Superior-Eoceno Inferior de Río Pichileufú (Berry, 1938).

Cinnamomum sp. 2

(Lám. 1, Figs. 6 y 7)

¿Trozo de hoja de Laurínea?, Engelhardt, 1891, Lám. 14, Fig. 4.

Material estudiado: especímenes SNGM 230 (B)-234 (A)-243 (B)-244-245-246 -247 (A)-248. Estado de preservación: muy bueno, pero en todos los casos se trata de la mitad basal de la hoja.

Descripción: la hoja tiene forma elíptica a ovada, con el borde entero y de ca. 6-8 cm de largo (inferido) y 2,0-3,2 cm de ancho máximo. La base muestra variaciones; en algunos ejemplares es simétrica y cuneada, en otros es asimétrica, con un

lado obtuso y el otro cuneado. El ápice no se ha preservado en ningún espécimen.

La venación es variable. Presenta una vena media recta y más fuerte; en una posición supra-basilar constante surgen, subpuestas, dos venas primarias laterales, en un ángulo de 30 a 40°, las que se curvan levemente para después seguir una trayectoria algo paralela al margen por dos tercios o más del largo de la hoja. Estas venas primarias laterales se unen a las primeras secundarias mediante arcos camptódromos. Externamente a estas venas primarias laterales se desarrollan arcos camptódromos; por el lado admedial de ellas nacen venas terciarias perpendiculares a la vena media, algunas de las cuales son ramificadas. La disposición de las venas secundarias sigue dos patrones (Lám. 1, Figs. 6-7): en algunos ejemplares, entre las venas primarias laterales y el primer par de secundarias, subpuestas, media un largo trecho, de 2,5- 3,5 cm; en otros, las venas secundarias surgen a 1,2-2,0 cm del origen de las primarias laterales, en disposición alterna.

Comentarios: a pesar de la notoria diferencia en el patrón de la venación secundaria, se incluyen todos estos ejemplares en una sola órganoespecie debido a la concordancia con el resto de los caracteres y a la gradualidad observada entre una y otra población morfológica; también porque existe una variación similar en la venación de las hojas de la especie ornamental actual, *Cinnamomum burmanni*.

C. sp. 2 muestra un gran parecido con la especie actual *C. sellowianum* (Nees y Martius in Nees 1833) Kosterman, 1961.

Cinnamomum sp. 3

(Lám. 1, Fig. 5)

Material estudiado: ejemplar SNGM 236. Estado de preservación: bueno, pero carece de ápice.

Descripción: la hoja es elíptica, de 6,0-6,5 cm de largo (inferido), 2,5 cm de ancho máximo y de borde entero. La base es asimétrica con un lado redondeado y el otro agudo. Se trata de la cara superior de la hoja, por lo cual se observa nitidamente la venación mayor, pero no la de orden más alto. Presenta una vena media bien marcada y recta y dos primarias laterales, más finas, que surgen desde la base misma de la lámina; el primer par de secundarias se origina a ca. 4,0 cm de la base. Sólo en un pequeño tramo se insinúan arcos camptódromos por el lado externo de las primarias laterales.

Comentarios: es posible que se trate de una variación más de *Cinnamomum* sp. 2, pero se ha preferido separarla por la diferencia en el punto de origen de las venas primarias laterales y por la base más ampliamente redondeada. A pesar de la gran variación que exhiben las hojas de la actual *C. burmanni*, ella no alcanza a incluir la posición de las primarias laterales de manera tan radical. El resto de las características parece ser similar a la órganoespecie mencionada.

***Cinnamomum* sp. 4**

(Lám. 1, Fig. 3)

Material estudiado: ejemplar SNGM 247 (B). Estado de preservación: excelente.

Descripción: la hoja es ovada, casi elíptica, ca. 5,0 cm de largo; el ancho máximo, situado a 2,0 cm de la base, es de 1,8 cm. El borde es entero y la base cuneada; el ápice no es observable. La venación es pinnada camptódroma, con cinco pares de venas secundarias (el quinto par es inferido). Estas últimas surgen en ángulo de ca. 45° y luego se curvan, leve y gradualmente, para unirse a la secundaria superadyacente a través de arcos camptódromos. El primer par de venas secundarias es opuesto; se ubica a 1,0 cm de la base y externamente a éste se desarrollan arcos camptódromos. Las restantes venas secundarias son subopuestas a alternas y las de la misma hemilámina se distancian en forma irregular entre sí. Las venas terciarias se originan admedialmente a las secundarias en ángulo recto o casi recto a la vena media y algunas de ellas se bifurcan; las venas terciarias que surgen del segundo par de una hemilámina se arquean básicamente. Entre la base y el primer par de venas secundarias nacen, desde la vena media, venas que pueden describirse como intersecundarias por su calibre, en ángulo mayor que las secundarias y que originan un primer arco camptódromo más largo que el resto. El cierre exterior de los arcos camptódromos externos al primer par de secundarias se origina a partir de una vena capilar que nace de la vena media muy cerca de la base.

Comentarios: esta órganoespecie carece de afinidad directa con representantes actuales, pero los caracteres de la venación se hallan en diferentes taxones de la familia.

***Goepertia ovalifolia* Engelhardt, 1891**

(Lám. 1, Fig. 4)

Goepertia ovalifolia Engelhardt, 1891, p. 652; Lám. 3, Figs. 8 y 9b; Lám. 4, Fig. 9; Lám. 5, Fig. 4.

G. ovalifolia Engelhardt. Berry, 1938, p. 116; Lám. 43, Fig. 7.

Material estudiado: ejemplares SNGM 230 (A)-249. Estado de preservación: sólo se presentan mitades basales de hojas, en las que la venación es nítida.

Comentarios: los restos preservados son muy afines con el material tipo ilustrado por Engelhardt (1891); en cambio, son algo diferentes al ejemplar descrito por Berry (1938).

Las especies actuales de *Goepertia* han sido incluidas, en su mayoría, en trabajos recientes, en el género *Endlicheria*, salvo por una especie integrada a *Phyllostemonodaphne*. Especies de otros géneros de Lauraceae (*Cinnamomum*, *Licaria*, y otros) exhiben una venación similar a la descrita para esta especie. Se requieren estudios, en especial respecto a la cutícula, para clarificar su asignación.

Registros anteriores: Paleoceno Superior de Arauco (Engelhardt, 1891), Paleoceno Superior - Eoceno Inferior de Río Pichileufú (Berry, 1938).

***Nectandra patagonica* Berry, 1925**

(Lám. 2, Fig. 4)

Nectandra patagonica Berry, 1925, p. 222-223; Lám. 8, Fig. 1.

?*Nectandrophyllum* sp. B. Engelhardt, 1891, p. 655. Lám. 3, Fig. 3.

N. patagonica Berry. Berry, 1938, p. 112; Lám. 40, Fig. 5.

Material estudiado: ejemplar SNGM 250. Estado de preservación: excelente.

Comentarios: se dispone de un ejemplar completo, de tamaño sólo levemente menor que el descrito por Berry (1925). Este mismo autor (1925, 1938) señaló la posible sinonimia del material de Engelhardt con esta especie, pero este último espécimen es muy fragmentario.

Registros anteriores: Paleoceno Superior de Arauco (Engelhardt 1891), Paleoceno Superior-Eoceno Inferior de Laguna del Hunco y de Río Pichileufú (Berry, 1925, 1938).

***Nectandra prolifica* Berry, 1938**

(Lám. 2, Fig. 7)

Nectandra prolifica Berry, 1938, p. 111; Lám. 42, Figs. 1-7.*N. prolifica* Berry, Troncoso, 1992, p. 158; Lám. 1, Fig. 5.

Material estudiado: ejemplares SNGM 233-247 (C)-251-252-253 (cf.). Estado de preservación: excelente en algunos ejemplares, en otros la venación es de difícil observación.

Comentarios: esta órganoespecie es muy polimorfa, como se aprecia en la lámina de Berry (1938, Lám. 42). El ejemplar en estudio corresponde a las formas angostas, siendo sus mayores semejanzas con los especímenes de las figuras 3 y 5 de esa lámina. Su largo es de 8,0 cm y su ancho máximo, de 2,0.

Berry (1938), al describir este taxón, señaló que es difícil establecer sus afinidades genéricas. A pesar de ello lo incluyó, con dudas, en *Nectandra*, en consideración a su distribución geográfica y similitudes morfológicas. Tanto la forma general como la venación intercostal (lineata admedialmente y percurrente exmedialmente) señalan afinidades con *Persea pubescens* (Pursh, 1814) Sargent, 1895, también ilustrada por Klucking (1987, Lám. 122, Figs. 5 y 6). De las especies de *Nectandra* figuradas en esta última obra se acerca, en los caracteres diagnósticos, a *N. patens* (Swartz, 1788) Grisebach, 1864. Sin embargo, para alcanzar una asignación genérica más segura, y definir si se trata de una o más especies se requiere disponer de más ejemplares e, idealmente, efectuar un estudio de cutícula.

Registros anteriores: Paleoceno Superior de Arauco (Troncoso, 1992, p. 158), Paleoceno Superior-Eoceno Inferior de Río Pichileufú (Berry, 1938), Eoceno Inferior de Quinamávida (Troncoso, 1992), Eoceno Medio de Río Turbio (Hünicken, 1967).

***Nectandra* sp.**

(Lám. 2, Fig. 6)

Material estudiado: espécimen SNGM 254 (A). Estado de preservación: trozos apicales en buen estado.

Descripción: la hoja es lanceolada, de un largo inferido de ca. 65 mm y un ancho máximo preservado de 17 mm. El ápice es muy agudo y el borde entero. La base no está preservada, ya que sólo se tiene la parte media y apical.

La venación es pinnada broquidódroma. Las venas secundarias son finas, pero evidentes, numerosas, más distantes entre sí hacia la base (ca. 1 cm en el sector inferior del material disponible), separación que disminuye gradualmente hacia el ápice. Las venas secundarias se originan en un ángulo de ca. 50° respecto de la vena media, con una apariencia muy recta, luego se curvan ostensiblemente y forman un arco camptódromo para unirse a la secundaria superadyacente. También se observan venas intersecundarias. La venación terciaria no es visible.

Comentarios: se trata de un material muy similar a *Nectandra prolifica* Berry, en forma, tamaño y venación; su ápice, no obstante, es francamente agudo y no exhibe, por tanto, el constante acumen de la citada especie fósil. A pesar que podría tratarse de una variación más, dentro del notable polimorfismo admitido para *N. prolifica* Berry, se ha preferido separarla por el carácter señalado. Es comparable a la actual *Nectandra falcifolia* (Nees y Martius in Nees, 1833) Castiglioni, 1951, de Argentina.

***Notaphoebe neogaea* Berry, 1938**

(Lám. 2, Fig. 1)

Notaphoebe neogaea Berry, 1938, p. 114; Lám. 41, Fig. 3.

Material estudiado: ejemplares SNGM 240 (B)-255. Estado de preservación: excelente.

Comentarios: esta órganoespecie es muy característica por su forma y venación. En los ejemplares estudiados, el ancho máximo varía entre 12 y 25 mm.

Registros anteriores: Paleoceno Superior-Eoceno Inferior de Río Pichileufú (Berry, 1938), Eoceno Medio de Río Turbio (Hünicken, 1967).

? *Persea* sp.

(Lám. 2, Fig. 8)

Material estudiado: ejemplar SNGM 235. Estado de preservación: bueno.

Descripción: la hoja es obovada y mide 40 mm de largo y 12 de ancho máximo. El borde es entero, el ápice obtuso y la base decurrente.

La venación es pinnada camptódroma, con una vena media fuerte, de calibre constante en todo su largo. Hay cuatro pares subopuestos de venas secundarias. El primer par se origina en un ángulo

aproximado de 20° a 8 mm de la base; luego, cada una de ellas se curva gradualmente hasta hacerse casi paralela al margen, continuando en esa dirección hasta ca. tres cuartos del largo de la hoja. Allí se une a la vena secundaria superadyacente mediante venas terciarias que forman arcos. El segundo par de venas secundarias se origina, en un ángulo algo mayor (ca. 30°), a 15 mm del anterior y se une directamente a la vena superadyacente; el recorrido de este par no es simétrico respecto de la vena media, en tanto una vena lo hace a una distancia de un tercio de la distancia margen-vena media, más cerca del margen; la otra lo hace más o menos equidistante entre sí. El tercer par de venas secundarias, que surge a 12 mm del anterior, muestra una asimetría en los ángulos de origen, mientras hacia una hemilámina la vena se origina a unos 35°; hacia la otra, lo hace a ca. 65°. El cuarto par de venas secundarias se origina a escasos 3 mm del ápice; la vena de una hemilámina lo hace aproximadamente a 35°, paralela a la del tercer par, la otra a 90°. Todos estos pares superiores se unen a la vena secundaria superadyacente en forma directa. La venación de orden mayor es escasamente visible; se observan algunas venas intersecundarias y la venación terciaria parece ser percurrente. Exmedialmente a las venas secundarias se observan arcos formados por venas terciarias. Desde muy cerca de la base y por fuera de las venas secundarias del primer par, surge uno de venas capilares que se disponen paralelas al margen.

Comentarios: el ejemplar estudiado se incluye con dudas en el género *Persea* por su venación y similitud con la especie *P. suffrutescens* Hayata, figurada por Klucking (1987, Lám. 118, Fig. 4). Es necesario conocer la venación de orden mayor para tener elementos diagnósticos más confiables.

***Phoebe elliptica* Engelhardt, 1891**

(Lám. 2, Figs. 9 y 10)

Phoebe elliptica Engelhardt, 1891, p. 651; Lám. 4, Fig. 5.
Ph. elliptica Engelhardt. Troncoso, 1992, p. 159; Lám. 2, Fig. 9.

Material estudiado: ejemplares SNGM 232-256. Estado de preservación: muy bueno, pero se trata sólo de fragmentos apicales.

Comentarios: el ejemplar ilustrado en la obra de

Engelhardt (1891) muestra las venas basales broquidódromas, en tanto que los especímenes de Berry (1938, Lám. 4, Figs. 6-7), asignados a esta especie, las presentan eucamptódromas; además, tales venas en el ejemplar de Engelhardt son suprabasales, mientras que en los de Berry son estrictamente basales. Por ello, se han excluido los especímenes de Berry de esta especie. Los ejemplares procedentes de la Formación Ligorio Márquez exhiben la morfología ilustrada por Engelhardt (1891).

Algunas hojas pequeñas de *Goeppertia ovalifolia* Engelhardt pueden parecerse a esta especie; no obstante, en *Ph. elliptica* Engelhardt las venas secundarias cambian abruptamente de dirección ('se quiebran') al iniciar el arco camptódromo, cuando se les une la vena secundaria infrayacente; en *G. ovalifolia* el cambio de dirección de estas venas es gradual.

Engelhardt (1891) relacionó esta órganoespecie con *Phoebe sellowii* Meissner; sin embargo, el tipo de venación aparece en diversos géneros de Lauraceae: *Cinnamomum* (*C. burmanni* Blume, *C. sellowianum* (Nees y Martius in Nees, 1833) Kosterman, 1961), *Cryptocarya* (*C. hornei* Gillespie, 1932), *Neolitsea* (*N. sericea* (Blume, 1826) Koidzumi, 1926), *Phoebe* (*Ph. montana* Grisebach, 1861), *Lindera* (*L. rubronervia* Gamble in Sargent, 1914). Esto hace que la asignación genérica de la especie fósil mencionada sea sólo un nombre de referencia.

Registros anteriores: Paleoceno Superior de Arauco (Engelhardt, 1891), Eoceno Inferior de Quinamávida (Troncoso, 1992).

Lauraceae indet. 1

(Lám. 1, Fig. 10)

Material estudiado: ejemplar SNGM 240 (C). Estado de preservación: la venación es visible sólo en algunos sectores de la hoja, la cual, además, carece de ápice.

Descripción: el material corresponde a la mitad basal de una hoja que parece ser elíptica angosta y que debió alcanzar más de 11 cm de largo, con un ancho máximo de 2,5 cm. La base es aguda, asimétrica, un lado recto, el otro convexo.

La venación es pinnada, camptódroma. Se han preservado tres venas secundarias en cada hemilámina; éstas son alternas y surgen en ángulos de 50° desde la vena media, luego se curvan hacia el ápice y se unen a la secundaria superadyacente a través

de venas terciarias percurrentes que, en el tramo distal, constituyen arcos camptódromos. De la base misma surge, a cada lado de la vena media, una vena capilar que se sitúa paralela al borde.

Comentarios: algunos de los caracteres observados en el ejemplar estudiado se encuentran en especies de géneros tales como *Endlicheria* o *Alseodaphne*, pero no se puede alcanzar mayor precisión en estas afinidades.

Lauraceae indet. 2

(Lám. 2, Fig. 11)

Material estudiado: ejemplar SNGM 227. Estado de preservación: bueno en cuanto a la venación, pero carece de base y ápice.

Descripción: la hoja es subelíptica, de un largo inferido de ca. 7 cm y un ancho máximo de 2,8 cm. El borde es entero.

La venación es pinnada eucamptódroma, con alrededor de siete pares de venas secundarias (algunos de ellos inferidos). Estas últimas aparecen en ángulo de ca. 50°; son alternas en el sector medio y subopuestas hacia el ápice. Su recorrido es

levemente curvo, curvatura que aumenta al acercarse al margen, donde se hacen más finas y paralelas a éste; se unen a la secundaria superadyacente mediante venas terciarias. El espaciamiento de las venas secundarias es notoriamente irregular; en los tres pares más basales el distanciamiento es de ca. 0,7 cm, mientras que entre el tercer y cuarto par hay una distancia de 1,7 cm, en una hemilamina, y 2,0 cm en la otra. En los pares más apicales se mantiene la irregularidad, aunque las distancias oscilan alrededor de 1,0 cm.

Comentarios: la venación es típica de la familia Lauraceae. La característica más notable del ejemplar en estudio consiste en la irregularidad del espaciamiento de las venas secundarias, particularmente entre el tercer y cuarto par. Son caracteres importantes el número de venas secundarias, el ángulo de origen de las venas secundarias y terciarias, y la venación terciaria percurrente. Tales características son observables en diferentes géneros de esta familia, pero la mayor similitud del material en estudio tiene lugar en algunas especies del género *Actinodaphne*.

Melastomataceae A. L. de Jussieu, 1789. *Nom. Conserv.*

cf. *Miconia* sp.

(Lám. 2, Fig. 2)

Material estudiado: ejemplar SNGM 238. Estado de preservación: presenta sólo el tercio basal, donde la venación es parcialmente visible.

Descripción: el ejemplar asignado a este taxón corresponde a una base foliar, de forma obtriangular, en que se han preservado 4 cm de largo y 2 cm de ancho máximo. Ambos lados de la base divergen en un ángulo de ca. 20°, en tanto que hacia el peciolo se atenúan. La venación es acródroma, aunque la diferencia de calibre entre la vena media y las dos laterales es ostensible. La vena media es fuerte, aunque se adelgaza hacia la base, y tiene un recorrido sigmoideo en el trozo preservado. Las venas laterales surgen desde la base misma, aunque no opuestas, y se sitúan paralelas al margen. Una vena capilar (observable a la lupa) existe entre las laterales y el margen foliar, y es paralela a ambos. Desde la vena media surgen, con frecuen-

cia, venas delgadas en ángulo de ca. 65°, las que se unen a las laterales. La venación terciaria es lineata y da origen a un retículo de formas irregulares. Entre las venas laterales y las capilares, que se extienden por fuera de ellas, aparecen numerosas venas rectas y delgadas que las conectan; tales venas nacen en ángulo de 45° desde las laterales. A ca. 3,3 cm de la base surge un par de venas secundarias subopuestas.

Comentarios: el tipo de venación es particularmente frecuente entre las Melastomataceae; aparece, sin embargo, en diversos géneros (*Miconia*, *Meriania*, *Huberia*, *Groffennieda*, y otros). El tipo de base encontrado, por el contrario, no es común en la familia, aunque en el género *Miconia* es más frecuente. Respecto de las especies con las que fue comparada (utilizando para ello el trabajo de Klucking, 1989), el material disponible tiene semejanzas con *Miconia*, aunque no identidad con alguna de sus especies.

Myrtaceae A. L. de Jussieu, 1789. *Nom. Conserv.****Myrcia cf. reticulato-venosa* Engelhardt, 1891
(Lám. 2, Fig. 3)**

Myrcia reticulato-venosa Engelhardt, 1891, p. 680; Lám. 8, Fig. 1.

M. costatoides Engelhardt, 1891, p. 680; Lám. 9, Fig. 6.

M. reticulato-venosa Engelhardt. Berry, 1938, p. 117-118; Lám. 43, Fig. 1-6.

Material estudiado: ejemplar SNGM 243 (A).

Estado de preservación: ejemplar completo, pero la venación sólo es visible en pequeños y escasos sectores de él.

Comentarios: la hoja conserva muy bien el contorno, pero la venación es difícil de observar; no

obstante, en algunos sectores es posible verificar que se trata de la venación característica de esta familia, con vena intramarginal y venas intersecundarias ramificadas admedialmente. La especie presenta caracteres variables y el ejemplar en estudio se halla dentro de su rango de variación; es comparable al ejemplar ilustrado por Berry (1938, Lám. 43, Fig. 5); el ángulo de origen de las venas secundarias, sin embargo, parece ser mayor en el ejemplar estudiado.

Registros anteriores: Paleoceno Superior de Arauco (Engelhardt, 1891), Paleoceno Superior-Eoceno Inferior de Río Pichileufú (Berry, 1938), Eoceno Medio de Río Turbio (Hünicken, 1967).

Sapindaceae A.L. de Jussieu, 1789. *Nom. Conserv.****Cupania grosse-serrata* (Engelhardt, 1891)
Berry, 1925 (Lám. 1, Fig. 11)**

Benettia grosse-serrata Engelhardt, 1891, p. 655; Lám. 12, Fig. 3.

Thouinia philippi Engelhardt, 1891, p. 671; Lám. 9, Fig. 13; Lám. 10, Fig. 4-5.

Cupania grosse-serrata (Engelhardt) Berry. Berry, 1925, p. 212-214; Lám. 6, Fig. 5.

C. grosse-serrata (Engelhardt) Berry. Berry, 1938, p. 94-95; Lám. 26, Fig. 2-5.

Material estudiado: ejemplares SNGM 257(A)-258. Estado de preservación: precario.

Comentarios: aunque el borde no está preservado completamente, ambos ejemplares son asimilables a esta especie, por presentar venas secundarias y dientes.

Registros anteriores: Paleoceno Superior de Arauco (Engelhardt, 1891), Paleoceno Superior-Eoceno Inferior de Laguna del Hunco y Río Pichileufú (Berry, 1925, 1938), Eoceno Medio de Río Turbio (Hünicken, 1967).

PALINOLOGIA

Dos de las muestras analizadas en este estudio (Nos. 873 y 874) aportaron palinomorfos, las cuales provienen de niveles estratigráficos más altos que aquellos de la megaflores descrita (Fig. texto 2). La muestra No. 873 es la que contiene mayor cantidad de ejemplares.

Los palinomorfos más frecuentes y significativos pertenecen a los taxa que se enumeran a continuación. Por otra parte, la información aquí entregada (afinidad botánica actual, cuando ha

sido establecida, y distribución estratigráfica y geográfica) ha sido tomada de Collao *et al.* (1987); Leppe *et al.* (1997) y Palma-Heldt (1980).

PTERIDOPHYTA

***Clavifera triplex* (Bolkhovitina, 1953) Bolkhovitina, 1966.** Afinidad con *Dicranopteris rigida* (Kunze, 1834) Nakai, 1950, de las *Gleicheniaceae*. Turoniano-Maastrichtiano de Australia, Maastrich-

tiano de Quiriquina, Paleógeno de Chubut y Arauco, siendo muy frecuente en esta última región.

***Trilites parvallatus* Krutzsch, 1959.** Eoceno-Mioceno de Europa. Frecuente desde el Paleoceno al Mioceno en Chile y Argentina.

***Cyathidites minor* Couper, 1953.** Afinidad con Cyatheaceae. Jurásico-Neógeno de Australia, Nueva Zelanda y Sudamérica. Paleoceno-Mioceno de Chile y Argentina.

***Laevigatosporites ovatus* Wilson y Webster, 1946.** Afinidad con Poplypodiaceae. Cretácico Superior-Paleoceno de Australia, Maastrichtiano de Quiriquina, Maastrichtiano-Mioceno de las formaciones argentinas Bororó, Salamanca y Río Turbio; muy frecuente en Chile desde el Paleoceno al Mioceno.

***Leiotriletes regularis* (Pflug in Thomson y Pflug, 1953) Krutzsch, 1959.** Afinidad con las actuales Filicales. Maastrichtiano-Mioceno de las formaciones argentinas Cerro Dorotea, Salamanca y Río Turbio; Maastrichtiano de Quiriquina y Paleógeno de Arauco. El género, con numerosas especies, se registra desde el Carbonífero-Pérmico en Argentina y Europa.

***Verrucosisporites* sp.** Afinidad del género a Filicales. Esporas triletes, de forma redondeadamente triangular y contorno grueso e irregular. De 45 a 50 μ de diámetro. Poco frecuente. El registro de ejemplares asignados a este morfogénero, pero con nomenclatura abierta, es abundante en la literatura. Los ejemplares de la Formación Ligorio Márquez muestran semejanza con *V. rufus* Butterworth y Williams, 1958. El género ha sido registrado desde el Carbonífero en Norteamérica, Europa y Argentina. En Chile ha sido citado en el Paleógeno de Arauco.

PINOPHYTA

Grupo representado por dos especies de *Podocarpidites*, cuya afinidad botánica actual es *Podocarpus*.

***Podocarpidites otagoensis* Couper, 1953.** Jurásico al Plioceno de Nueva Zelanda y Sudamé-

rica. Frecuente en el Cenozoico de Chile.

***P. marwickii* Couper, 1953.** Afinidad con la especie actual *Podocarpus saligna* D. Don in Lambert, 1824, de los bosques valdivianos. Cretácico Inferior a Oligoceno de Nueva Zelanda, ampliamente distribuido desde el Jurásico al Mioceno en Sudamérica.

MAGNOLIOPHYTA

***Haloragacidites harrisii* (Couper, 1953) Harris, 1971.** Afinidad con *Canacomyrca*, Myricaceae actual de Nueva Caledonia, de clima subtropical. Cretácico Superior a Plioceno Superior de Argentina, Nueva Zelanda, Australia y Nueva Guinea. Es la palinoespecie más frecuente del Paleógeno de Arauco; está registrada en el Oligoceno-Mioceno de Chile.

***Proteacidites parvus* Cookson, 1950.** Afinidad con las actuales Proteaceae. Senoniano-Mioceno de Australia y Nueva Zelanda, Maastrichtiano de Quiriquina, Paleógeno de Arauco, y frecuente en el Oligoceno-Mioceno de las cuencas carboníferas de Chile centro-sur.

***Tricolpites communis* Archangelsky, 1973.** Afinidad a *Gunnera*. Los organogeneros asignados al polen de este último taxón tienen un registro continuo desde el Turoniano al presente, con una amplia distribución durante el Cretácico Superior y el Paleógeno de Sudamérica

***Retitricolporites* sp.** Especies de este género han sido profusamente mencionadas en la bibliografía, pero la especie polínica encontrada en la Formación Ligorio Márquez no tiene afinidad con ninguna de las especies descritas. Se trata de polen tricolporado, prolado, de 35 a 45 μ de diámetro polar, circular en vista polar, con la exina reticulada. El retículo es más grande en la zona ecuatorial, y su lumen alcanza 2 μ de diámetro. El esporodermo es notoriamente baculado. Es probable que tenga mayores afinidades con las Fabaceae. Ha sido observada en el Maastrichtiano de la Formación Quiriquina; es frecuente en el Paleógeno de Arauco y en las secuencias oligoceno-miocenas de las cuencas carboníferas de Chile centro-sur.

EDAD DE LA TAFOFLORA

Los antecedentes radiométricos señalados en el capítulo Geología local (p. 115), circunscriben la edad probable de la Formación Ligorio Márquez, aflorante en su localidad tipo, al lapso Cretácico Superior-Paleoceno Superior.

Los biocrones conocidos de las especies de megaflorea determinadas a nivel específico han sido graficados en la figura texto 3. Estos indican una edad paleoceno superior-eoceno inferior como más probable para el conjunto estudiado. Sin embargo, si se comprueba con mejor material la presencia de *Bignonia gigantifolia* podría restringirse al Paleoceno Superior.

Por otra parte, al comparar la lista de las especies encontradas en Ligorio Márquez con las de otras localidades del extremo sur sudamericano, se

constata que comparte especies, en forma importante, con cuatro de ellas (edades de acuerdo a Romero, 1978): Concepción-Arauco (Paleoceno Superior) (Eoceno Inferior, para otros autores; Pineda, 1983), con la cual nueve de las diez especies determinadas a nivel específico son comunes (ver Engelhardt, 1891; Berry, 1922); Río Pichileufú y Laguna del Hunco (Paleoceno Superior - Eoceno Inferior), donde se hallan siete de las diez (ver Berry, 1925, 1938); Quinamávida (Eoceno Inferior), que comparte cuatro especies (ver Troncoso, 1992); Río Turbio (Eoceno Medio) (Hünicken, 1967), con la que hay cuatro especies comunes. Ninguna de estas especies, excepto *Podocarpus inopinatus* Florin, presente también en el Maastrichtiano de Cerro Guido, ha sido encontrada en otros yacimien-

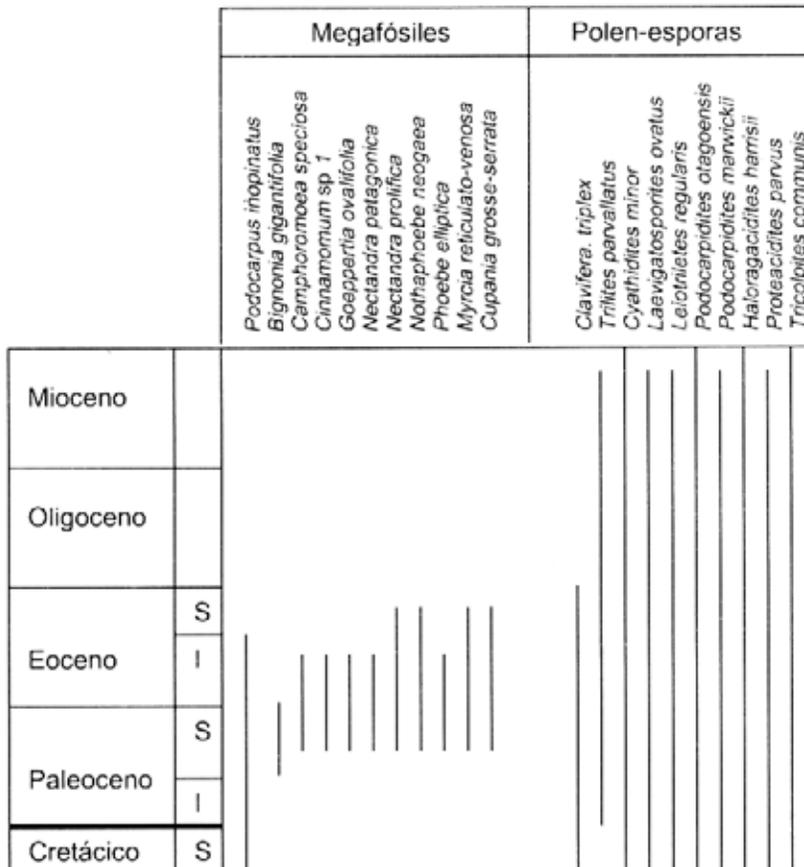


FIG. texto 3. Biocrones conocidos de las especies de megafósiles y polínicas.

tos. Con estos antecedentes, habida consideración de la información provista por las dataciones radiométricas, el lapso de edad probable para el conjunto en estudio queda restringido al Paleoceno Superior.

Las tafofloras de Río Pichileufú y Quinamávida son incluidas en el tipo paleoflorístico denominado 'Paleoflora mixta sin *Nothofagus*' (Troncoso y Romero, 1998), el cual es definido sobre la base de la presencia de elementos tropicales y subtropicales mezclados con otros de linaje austral y con presencia importante de especies de Sapindaceae. La tafoflora de Concepción-Arauco, en cambio, representaría un tipo florístico particular llamado 'Paleoflora neotropical de Arauco' (Troncoso y Romero, 1998). Este último se caracteriza por la dominancia de taxones actualmente tropicales (principalmente Lauraceae), acompañados de elementos subtropicales. En la paleomegafiora de Ligorio Márquez predominan especies de la familia Lauraceae y están ausentes especies que puedan considerarse australes. Esta afinidad paleoflorística entre la Formación Ligorio Márquez (sur de Chile Chico) y la Formación Curanilahue (Concepción-Arauco) permite restringir la edad de la primera al Paleoceno Superior. Por otra parte, los antecedentes en el presente trabajo muestran, también, una relación cercana con la tafoflora de Río Pichileufú.

Las improntas foliares recolectadas por Uemura (1988) en la mina Ligorio Márquez, en estratos correlacionados por él a la Formación Guadal, fueron determinadas preliminarmente como (*sic*): *Laurophyllum*, *Goepfertia*, *Tetracera*, *Lomatites*, *Leguminosites*, *Sterculia* y *Cupania*; hizo notar, además, la ausencia de *Nothofagus* y Coníferas. Este conjunto fue comparado con aquellos de los yacimientos argentinos de Laguna del Hunco (=Ce-

rro Mirador), Río Pichileufú y Funes. Los dos primeros fueron asignados al Paleoceno Superior-Eoceno Inferior (Romero, 1978), y Funes al Daniano (Romero, 1978; Romero y Arguijo, 1981). Uemura (1988) asignó la tafoflora al Paleoceno. La información de Uemura (1988) no contradice lo expresado en este trabajo; más aún, de todos los géneros mencionados por él, *Lomatites* es el único que no se encuentra presente en la tafoflora de Concepción-Arauco (ver actualizaciones de nombres de Engelhardt en Romero y Arguijo, 1981). Sin embargo, el hecho que las determinaciones de Uemura sólo estén a nivel genérico, no incluyan descripción y que, además, los ejemplares no se hallen ilustrados, impide ser concluyente a este respecto. Uemura (1990), describió improntas del sector Meseta Guadal, 50 km al oeste de Mina Ligorio Márquez, en estratos que correlacionó con la Formación Guadal. Aunque pocas, las especies determinadas en el yacimiento mencionado son significativas por el hallazgo de *Nothofagus* (seis hojas), género cuya presencia ha sido, desde antiguo, importante para la asignación de edad en el Cenozoico de Sudamérica austral. Si bien este género está registrado en el Cretácico más alto y Paleoceno Inferior de esta región, ello siempre ha ocurrido con polen, no con hojas, y en paleofloras donde éste, es escaso (Troncoso y Romero, 1998). Lo anterior hace suponer, como fue planteado por Uemura (1990), que las tafofloras de Meseta Guadal y de Mina Ligorio Márquez, no son contemporáneas, siendo la primera de edad más joven que la segunda. Uemura (1990) asignó la Formación Guadal al Oligoceno-Mioceno, siguiendo a Niemeyer (1975), y sugirió una edad paleocena, agregando 'o paleocena-eocena', para la paleoflora de Mina Ligorio Márquez.

EDAD DEL CONJUNTO POLINICO

El contenido polínico en su conjunto lleva a correlacionar las muestras analizadas con el Miembro Lota de la Formación Curanilahue, en la cuenca carbonífera de Arauco, asignado al Paleoceno Superior (o Eoceno Inferior). La asociación *Clavifera triplex* y *Haloragacidites harrisii* caracteriza al Paleógeno de Arauco, no apareciendo en formaciones cenozoicas del Oligoceno-Mioceno de Chile. Por otra parte, en el Paleógeno de Arauco no está

registrado *Nothofagidites*. En las muestras palinológicas observadas destaca la presencia de la asociación antes mencionada, así como la ausencia de *Nothofagidites*.

Yoshida (1990) estudió polen rescatado de los mismos sedimentos portadores de las improntas de la mina Ligorio Márquez citadas por Uemura (1988). El conjunto de palinomorfo - 815 granos de polen/esporas - está dominado por los granos tripolados

'tipo Proteaceae' (51%), con *Podocarpidites* (5,3%), *Nothofagidites* (4,7%) y esporas (5,5%). Esta diversidad difiere de la encontrada en los niveles en estudio e indica que tal palinoflora no sería contem-

poránea con la aquí estudiada, sino posterior en el tiempo, de acuerdo a los modelos conocidos para la evolución de las paleofloras en el extremo austral de Sudamérica (Troncoso y Romero, 1998).

PALEOCLIMA

Dos aproximaciones han sido utilizadas tradicionalmente para inferir paleoclima a partir del conjunto de restos foliares: el análisis florístico y el fisiognómico.

Desde el punto de vista florístico, la diversidad de órganospecies de Lauraceae encontrada (14 de un total de 20) lleva a postular un clima cálido de tipo tropical a subtropical. En la actualidad, esta familia está presente en el sur de Asia y, particularmente, en América Central y Sudamérica (especialmente en Brasil). El resto de la megaflore no contradice el paleoclima inferido.

En cuanto a la morfología foliar, es notable el predominio de hojas de borde entero entre las Dicotiledóneas (ca. 90% de ellas). Este tipo de borde es el dominante en formaciones vegetacionales de climas de altas temperaturas medias anuales, muy bajo rango de variaciones medias y condiciones húmedas (Wolfe, 1971).

De este modo, ambos estudios permiten inferir condiciones climáticas de tipo cálido. Es preciso, no obstante, tener cierta cautela respecto de tal inferencia, dado el pequeño número de especies reconocidas en este trabajo, distante del mínimo necesario para un análisis más confiable.

La abundancia de esporas en el elenco paleopalinoológico es indicadora de alta humedad y escasa luz en estratos inferiores de la vegetación. Es decir, la formación vegetacional aquí representada podría corresponder a un bosque o selva, lo cual es avalado por las Magnoliophyta y Pinophyta encontradas.

La información publicada por otros autores, a partir de fuentes diferentes a las aquí utilizadas, es congruente con las inferencias paleoclimáticas que

se postulan en el presente trabajo.

Zachos *et al.* (1993), con datos geoquímicos y sedimentológicos, plantearon la ocurrencia de un máximo térmico en el Paleoceno Superior, cerca del límite Paleoceno-Eoceno. También indicaron que desde el Paleoceno tardío al Eoceno temprano las temperaturas de mares profundos se elevaron de 8 a 12°C, en tanto las temperaturas de bajas latitudes permanecían más o menos constantes, en niveles cercanos a los actuales. Tales condiciones, sin embargo, habrían durado no más de 2 a 3 millones de años del Eoceno temprano.

Dingle *et al.* (1998), sobre la base de información procedente de diferentes ámbitos (paleontológicos, sedimentológicos, datos de isótopos de oxígeno) sugirieron, para los océanos abiertos de altas latitudes australes, una fluctuación de paleotemperaturas desde un mínimo frío en el Paleoceno Inferior a un óptimo climático en el Paleoceno tardío-Eoceno temprano. Durante este óptimo del Paleógeno las temperaturas estivales habrían alcanzado 15-25°C en el traspais de la Antártica oriental. En Isla Seymour, postularon una fuerte alza de temperatura en el Paleoceno tardío-medio. Estas características fueron consideradas de un clima muy cálido, húmedo y sin estacionalidad durante el óptimo climático del Paleógeno en el norte de la península Antártica.

Malumián *et al.* (1998), mediante el estudio de asociaciones mineralógicas de arcillas, en la cuenca austral (alrededor de 51°30'S), concluyeron que las condiciones climáticas cálidas y húmedas del Daniano se acentuaron hacia el límite Paleoceno-Eoceno, en tanto que una tendencia climática global al enfriamiento se evidencia hacia el Eoceno Medio.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el proyecto Fondecyt No. 1000125, el Servicio Nacional de Geología y Minería y la Universidad de Talca. Los autores agradecen a los evaluadores señores S. Archangelsky (Museo Argentino de Ciencias Naturales 'Bernardo Rivadavia', Buenos Aires), L.F. Hinojosa (Universidad de Chile) y D. Frassinetti

(Museo Nacional de Historia Natural, Santiago), como asimismo a los paleontólogos A. Rubilar y E. Pérez (SERNAGEOMIN) las críticas y sugerencias, las cuales contribuyeron significativamente a mejorar el manuscrito. Los autores reconocen, además, la asistencia brindada en los trabajos de terreno por los ayudantes de geólogo, J. Muñoz y L. Zúñiga.

REFERENCIAS

- Alfaro, G.; Helle, S.; Kelm, U.; Palma, S. 1997. Las ocurrencias de carbón en las nacientes del río Chacabuco, Aysén, Chile. *In Congreso Geológico Chileno, No. 8, Actas*, Vol. 1, p. 420 - 424. Antofagasta.
- Allen, C.K. 1942. Studies in the Lauraceae. *V. Journal Arnold Arboretum*, Vol. 23, p. 26-113.
- Archangelsky, S. 1973. Palinología del Paleoceno de Chubut. I. Descripciones sistemáticas. *Ameghiniana*, Vol. 10, No. 4, p. 339-399.
- Berry, E. 1922. The flora of the Concepcion-Arauco coal measure of Chile. *John Hopkins University, Studies in Geology*, Vol. 4, p. 73-142.
- Berry, E. 1925. A Miocene flora from Patagonia. *John Hopkins University, Studies in Geology*, Vol. 6, p. 183-252.
- Berry, E. 1938. Tertiary flora from the rio Pichileufu, Argentina. *Geological Society of America, Special Papers*, No. 12, 149 p.
- Blume, C.L. 1825. Bijdragen tot de flora van Nederlandsch Indië. *Lugduni Batavorum*, Vol. 10, p. 569. Amsterdam.
- Blume, C.L. 1826. Bijdragen tot de flora van Nederlandsch Indië. *Lugduni Batavorum*, Vol. 11, p. 554. Amsterdam.
- Bolkhovitina, N.A. 1953. Characteristic spores and pollen grains of Cretaceous of Central region of USSR. *Transactions Institute Geology Akademi Nauka SSSR*, Geological serie No.61, Vol. 145, p. 1-184.
- Bolkhovitina, N.A. 1966. Distribution of the ferns of the family Gleicheniaceae in the past. *The Palaeobotanist*, Vol. 15, No. 1-2, p. 11-15.
- Butterworth, M.A.; Williams, R.W. 1958. The small spore floras of coals in the Limestone Coal Group and Upper Limestone Group of the Lower Carboniferous of Scotland. *Transactions Royal Society Edinburgh*, Vol. 63, p. 353-392.
- Castiglioni, J.A. 1951. Lauráceas argentinas I. Género *Nectandra*. *Boletín de la Sociedad Argentina Botánica*, Vol. 4, No. 1-2, p. 66-94.
- Charrier, R.; Linares, E.; Niemeyer, H.; Skármeta, J. 1979. K-Ar ages of basalt flows of the Meseta Buenos Aires in southern Chile and their relation to the southeast Pacific triple junction. *Geology*, Vol. 7, p. 436-439.
- Collao, S.; Oyarzún, R.; Palma-Heldt, S.; Pineda, V. 1987. Stratigraphy, palinology and geochemistry of the Lower Eocene coals of Arauco, Chile. *International Journal of Coal Geology*, Vol. 7, p. 195-208.
- Cookson, I.C. 1950. Fossil pollen grains of Proteaceous type from Tertiary deposits in Australia. *Australian Journal of Scientific Research, serie B, Biological Sciences*, Vol. 3, No. 2, p. 166-177.
- Couper, R.A. 1953. Upper Mesozoic and Cainozoic spores and pollen grains from New Zealand. *New Zealand Geological Survey Paleontological Bulletin*, Vol. 22, p. 1-77.
- Cronquist, A.; Takhtajan, A.; Zimmermann, W. 1966. On the higher taxa of Embryobionta. *Taxón*, Vol. 15, p. 129-143.
- Dingle, R.V.; Marenssi, S.A.; Lavelle, M. 1998. High latitude Eocene climate deterioration: evidence from the northern Antarctic Peninsula. *Journal of South American Earth Sciences*, Vol. 11, No. 6, p. 571-579.
- Doubinger, J.; Chotin, P. 1975. Étude palynologique de lignites tertiaires du bassin d'Arauco-Concepción (Chili). *Revista Española de Micropaleontología*, Vol. 7, No. 3, p. 549-565.
- Endlicher, S.L. 1847. Synopsis coniferarum. *Sangall, Apud Scheitlin & Zollikofer*, p. 368. Sankt-Gallen.
- Engelhardt, H. 1891. Ueber Tertiärpflanzen von Chile. *Senckenberg Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Abhandlungen*, Vol. 16, No. 4, p. 629-692.
- Engelhardt, H. 1905. Bemerkungen zu chilenischen Tertiärpflanzen. *Abhandlungender Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden*, p. 69-82.
- Flint, S.S.; Prior, D.J.; Agar, S.M.; Turner, P. 1994. Stratigraphic and structural evolution of the tertiary Cosmelli Basin and its relationships to the Chile triple junction. *Journal of the Geological Society*, Vol. 151, p. 251-268, London.
- Florin, R. 1940. The tertiary fossil Conifers of South Chile and their phytogeographical significance. *Kungliga Svenska Vetenskapakademiens Handlingar, Tredje*

- Serien*, Vol. 19, No. 2, p. 1-107.
- Frassinetti, D.; Covacevich, V. 1999. Invertebrados fósiles marinos de la Formación Guadal (Oligoceno Superior-Mioceno Inferior) en Pampa Castillo, Región de Aisén, Chile. *Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín*, No. 51, 96 p.
- Gillespie, J.W. 1932. New plants from Fiji. *Bulletin of the Bishop Museum*, Vol. 91, p. 8, Honolulu.
- Grisebach, A.H.R. 1864. Flora of the British West Indies Islands. *Lowell Reeve and Company*, p. 281. London.
- Harris, W.K. 1971. Tertiary stratigraphic palinology, Otway basin. In *The Otway Basin in Southeast Australia* (Wopfner, H.; Douglas, J.G.; editors). *Geological Survey of Southern Australia and Victoria, Special Bulletin*, p. 67-87.
- Hünicken, M. 1967. Flora terciaria de los estratos de Río Turbio, Santa Cruz. Niveles plantíferos del arroyo Santa Flavia. *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad de Córdoba, Serie Ciencias Naturales*, Vol. 27, No. 3-4, p. 139-227.
- Jussieu, A.L. de. 1789. Genera Plantarum secundum ordines naturales disposita, juxta methodum in horto Regio parisiensi exaratum anno 1774. *Herissant Typographum*, p. 498. Paris.
- Klucking, E.P. 1987. Leaf venation patterns. Vol. 2. Lauraceae. *J. Cramer*, 216 p. Stuttgart.
- Klucking, E.P. 1989. Leaf venation patterns. Vol. 4. Melastomataceae. *J. Cramer*, 283 p. Stuttgart, Berlin.
- Koidzumi, H. 1926. *Botanical Magazine Tokyo*, Vol. 40, p. 343.
- Kosterman, A.J. 1961. The new world species of *Cinnamomum Trew* (Lauraceae). *Reinwardtia*, Vol. 6, p. 17-24.
- Krutzsch, W. 1959. Micropaläontologische (Sporenpaläontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geiseltales. *Geologie*, Vol. 8, No. 21-22, p. 1-425.
- Kunze, G. 1834. Synopsis plantarum cryptogamicarum ab E. Poeppig in Cuba insula et in America meridionalis collectarum. *Linnaea*, Vol. 9, p. 1-111.
- Lambert, A.B. 1824. Description of the genus *Pinus*. *J. White*, Vol. 2, p. 20. London.
- Leppe, M.; Ruiz, K.; Palma-Heldt, S. 1997. Chilean record of *Araucaria-Nothofagus-Podocarpus* association since Tertiary to Recent. In *Southern Connection Congress No. 2, Actas*, p. 67.
- Malumián, N.; Caramés, A.; Martínez, H. 1998. Asociaciones mineralógicas de arcillas del Paleógeno de Cuenca Austral, su significado paleoclimático y el límite Paleoceno/Eoceno. In *Paleógeno de América del Sur y de la Península Antártica. Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial*, No. 5, p. 85-94.
- Marshall, L.; Salinas, P. 1990. Stratigraphy of the Río Frías Formation (Miocene) along the Alto Río Cisnes, Aisén, Chile. *Revista Geológica de Chile*, Vol. 17, No. 1, p. 57-88.
- Meissner, C.I. 1864. Lauraceae. In *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis* (De Candolle, A.P.; editor). *Treuttel et Würtz*, Vol. 15, No. 1, p. 26-213. Paris.
- Menéndez, C.A. 1972. Palaeophytologia kurtziana. III.9. La flora del Cretácico Superior de Cerro Guido, Chile. *Ameghiniana*, Vol. 9, No. 4, p. 289-296.
- Nakai, T. 1950. A new classification of the Gleicheniales. *Bulletin of the National Museum*, Vol. 31, p. 1-71. Tokyo.
- Nees, von Eisenbeck, C.G. 1833. Revisio Laurinearum a claro sellowio in Brasilia collectarum. *Linnaea*, Vol. 8, p. 48-50.
- Niemeyer, H. 1975. Geología de la región comprendida entre el lago General Carrera y el río Chacabuco, Provincia de Aysén, Chile. Memoria de título (Inédito). *Universidad de Chile, Departamento de Geología*, 330 p.
- Niemeyer, H.; Skármeta, J.; Fuenzalida, R.; Espinosa, W. 1984. Hoja Península de Taitao y Puerto Aisén, Región de Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo. *Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile*, No. 60-61, p. 80 p.
- Palma-Heldt, S. 1980. Contribución al conocimiento palinológico de los mantos carboníferos del Terciario de Arauco-Concepción, Chile. In *Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía No. 2*, y *Congreso Latinoamericano de Paleontología No. 1, Actas*, Vol. 2, p. 175-192.
- Pineda, V. 1983. Evolución paleogeográfica de la península de Arauco durante el Cretácico Superior-Terciario. Memoria de Título (Inédito), *Universidad de Chile, Departamento de Geología y Geofísica*, 267 p.
- Pursh, F.T. 1814. Flora americana septentrionalis. *White, Cochrane and Company*, Vol. 1, p. 276. London.
- Ray, F.M. 1996. Stratigraphical and structural evolution of tertiary backarc basins in southern Chile. Ph.D. Tesis (Unpublished), *University of Liverpool*, 208 p. England.
- Romero, E.J. 1978. Paleoeología y paleofitogeografía de las taflooras del Cenofítico de Argentina y áreas vecinas. *Ameghiniana*, Vol. 15, No. 1-2, p. 209-227.
- Romero, E.J.; Arguijo, M.H. 1981. Nota sobre problemas nomenclatoriales de algunas plantas fósiles del Cenofítico de Austrosudamérica. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología*, Vol. 8, p. 21-33.
- Sargent, C.S. 1895. The silva of North America. *Houghton, Mifflin and Company, Boston and New York*, Vol. 7, p. 7.
- Sargent, C.S. 1914. Flora wilsoniana. *Harvard University Press*, Vol. 2, p. 84. Cambridge.
- Suárez, M.; de la Cruz, R. 1996. Estratigrafía y tectónica de la zona sureste del lago General Carrera (46° 30' - 47° lat. S), Cordillera Patagónica, Chile. In *Congreso Geológico Argentino, No. 13*, y *Congreso de Exploración de Hidrocarburos, No. 3, Actas*, Vol. 1, p. 425-432.
- Suárez, M.; de la Cruz, R. 2000. Tectonics in the eastern central Patagonian Cordillera (45°30'S-47°30'S). *Journal of the Geological Society of London*, Vol. 157, p. 995-1001.
- Suárez, M.; de la Cruz, R.; Troncoso, A. 2000a. Tropical/

- subtropical Upper Paleocene-Lower Eocene fluvial deposits in eastern central Patagonia, Chile (46° 45'S). *Journal of South American Earth Sciences*, Vol. 13, p. 527-536.
- Suárez, M.; de la Cruz, R.; Bell, M. 2000b. Timing and origin of deformation along the Patagonian fold and thrust belt. *Geological Magazine*, Vol. 137, p. 345-353.
- Swartz, P.O. 1788. Nova genera et species plantarum seu Prodomus. *Holmiae in bibliopoliis academie Swideri*, p. 65. Estocolmo.
- Thomson, P.W.; Pflug, H. 1953. Pollen und Sporen des Mitteleuropäischen Tertiärs. *Palaeontographica*, Vol. 94, p. 1-138.
- Troncoso, A. 1992. La taoflora terciaria de Quinamávida (VII Región, Chile). *Boletín del Museo Nacional Historia Natural*, Vol. 43, p. 155-178. Santiago, Chile.
- Troncoso, A.; Romero, E.J. 1998. Evolución de las comunidades florísticas en el extremo sur de Sudamérica durante el Cenofítico. In *Congreso Latinoamericano de Botánica No. 6, Proceedings* (Fortunato, R.; Bacigalupo, N.; editors). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, Vol. 68, p. 149-172.
- Uemura, K. 1988. Geological notes on the plant megafossil localities in southern Chile. In *A report of the botanical survey to Bolivia and southern Chile (1986-87)* (Nishida, M.; editor). *Chiba University*, p. 10-15. Chiba, Japan.
- Uemura, K. 1990. Tertiary plants from the Guadal area in Aisén Region, Chile. In *A report of the paleobotanical survey to patagonia, Chile (1989)* (Nishida, M.; editor). *Chiba University*, p. 8-11. Chiba, Japan.
- Wilson, L.R.; Webster, R.M. 1946. Plant microfossils from a Fort Union coal of Montana. *American Journal of Botany*, Vol. 33, p. 271-278.
- Wolfe, J.A. 1971. Tertiary climatic fluctuations and methods of analysis of Tertiary floras. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Vol. 9, p. 27-57.
- Yoshida, A. 1990. Preliminary notes on the palynological remnants from Mina Ligorio Márquez, Chile Chico, Chile. In *A report of the paleobotanical survey to Patagonia, Chile (1989)* (Nishida, M.; editor). *Chiba University*, p. 12-15. Chiba, Japan.
- Zachos, J.C.; Lohmann, K.C.; Walker, J.C.G.; Wise, S.W. 1993. Abrupt climate change and transient climates during the Paleogene: a marine perspective. *The Journal of Geology*, Vol. 101, p. 191-213.

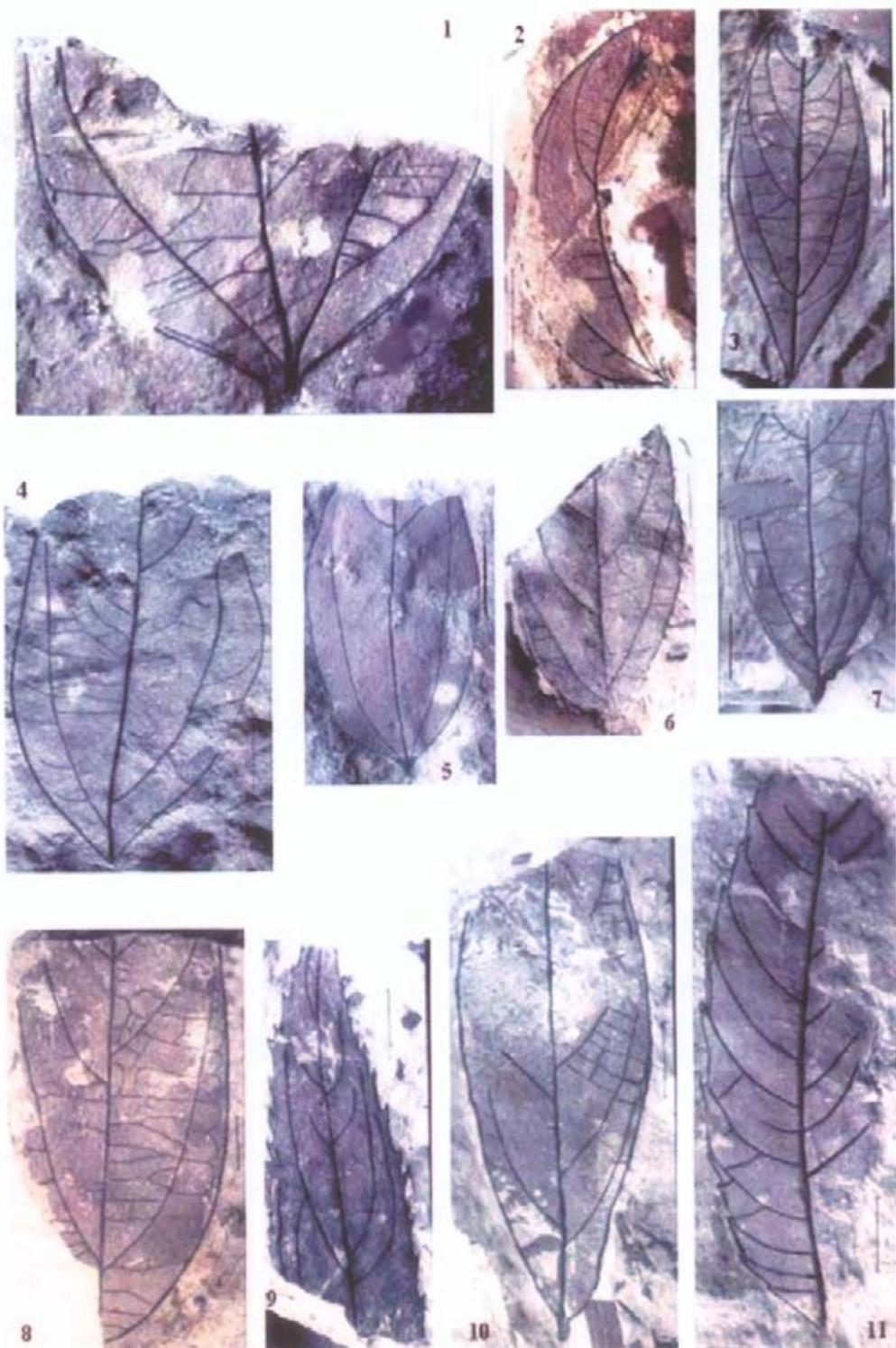
LAMINA 1

(La barra junto a cada figura representa 1 cm)

Figuras

- 1 ***Aff. Bignonia gigantifolia***. SNGM 241.
p. 117
- 2 ***Cinnamomum* sp. 1**. SNGM 228 (A).
p. 118
- 3 ***Cinnamomum* sp. 4**. SNGM 247 (B).
p. 120
- 4 ***Goepertia ovalifolia***. 22 (A)
p. 120
- 5 ***Cinnamomum* sp. 3**. SNGM 236.
p. 119
- 6 ***Cinnamomum* sp. 2**. SNGM 245.
p. 119
- 7 ***Cinnamomum* sp. 2**. SNGM 244.
p. 119
- 8 ***Camphoromoea speciosa***. SNGM 226.
p. 118
- 9 ***Cf. Daphnandra* sp.** SNGM 240 (A).
p. 117
- 10 **Lauraceae indet. 1**. SNGM 240 (C).
p. 122
- 11 ***Cupania grosse-serrata***. SNGM 257 (A).
p. 124

LAMINA 1



LAMINA 2

(La barra adjunta a cada figura equivale a 1 cm; excepto en la figura 5, en que equivale a 0,1 cm)

Figuras

- 1 ***Nothaphoebe neogaea***. SNGM 240 (B).
p. 121
- 2 Cf. ***Miconia*** sp. SNGM 238
p. 123
- 3 ***Myrcia*** cf. ***reticulato-venosa***. SNGM 243 (A).
p. 124
- 4 ***Nectandra patagonica***. SNGM 250.
p. 120
- 5 ***Podocarpus inopinatus***. SNGM 229.
p. 116
- 6 ***Nectandra*** sp. SNGM 254 (A).
p. 121
- 7 ***Nectandra prolifica***. SNGM 251.
p. 121
- 8 ? ***Persea*** sp. SNGM 235.
p. 121
- 9 ***Phoebe elliptica***. SNGM 256.
p. 122
- 10 ***Phoebe elliptica***. SNGM 232.
p. 122
- 11 Lauraceae indet. 2. SNGM 227.
p. 123

LAMINA 2

