

## PALEOMEGAFLORA DE LA FORMACION NAVIDAD, MIEMBRO NAVIDAD (MIOCENO), EN EL AREA DE MATANZAS, CHILE CENTRAL OCCIDENTAL\*

ALEJANDRO TRONCOSO A.

Depto. Ciencias Biológicas, Universidad de Talca, casilla 747, Talca.

### RESUMEN

En el presente artículo se da cuenta del estudio sistemático de improntas foliares procedentes de dos niveles fosilíferos del miembro Navidad de la formación homónima, en la localidad de Matanzas (VI Región, Chile). Esta formación ha sido asignada al Mioceno Inferior alto hasta el Mioceno Superior inicial.

Sesenta y tres órgano-especies son determinadas y descritas. Se discute el carácter de cada conjunto fósil y se interpreta su significado, postulándose que se trata de floras mixtas y que representan un cambio florístico caracterizado por una reducción de la diversidad de especies de *Nothofagus*. Se compara esta información con los antecedentes aportados por las asociaciones de foraminíferos planctónicos.

### ABSTRACT

Systematical account of fossil leaves from two fossiliferous beds belonging to the Navidad Member (Navidad Formation), in the neighbouring of Matanzas town (VI Region, Chile), is given in this paper. The aforementioned formation has been assigned to terminal Early Miocene-initial Late Miocene.

Sixty-three organ-species have been identified and described. The characterization of each fossil assemblage is discussed and its significance is interpreted as representing mixed palaeofloras and a floristical change consisting in the reduction in *Nothofagus's* species diversity. This information is compared against the data provided by planktonic foraminiferal associations.

### INTRODUCCION

La presencia de improntas foliares en los sedimentos marinos de la formación Navidad en la localidad de Matanzas (33°57'30"S - 71°52'15"O) ha sido citada principalmente por paleontólogos (Tavera 1979, Covacevich y Frassinetti com. pers.) y en trabajos de Geología Regional (Étchart 1973, Cecioni 1978). Sin embargo, hasta la fecha ningún artículo sobre el conjunto de esta flora fósil ha sido publicado. La descripción de una nueva especie de *Nothofagus*, colectada en estos sedimentos, por parte de Tanai (1986), constituye la única información disponible acerca de estas hojas fósiles.

El presente trabajo es, por tanto, el primero que estudia el elenco paleoflorístico allí

\* Proyecto FONDECYT 89-030 y Proyecto 89-01 Red Latinoamericana de Botánica.

presente y es, además, el primero que se realiza en paleobotánica del Mioceno de Chile central y sur.

A través de un proyecto de investigación financiado por Fondecyt y la Red Latinoamericana de Botánica, nos hemos propuesto el estudio de los yacimientos plantíferos del Neógeno de Chile central con el fin de formular un modelo fenomenológico, y eventualmente causal, de la evolución de las comunidades con *Nothofagus* en esta región a partir del Eoceno medio.

Actualmente, en el sector más boreal de su distribución en Chile (aproximadamente 33°10'S a 34°35'S) las especies del género *Nothofagus*, por la cordillera de la costa y cordones transversales, sólo se encuentran en forma de islas en las cumbres de algunos cerros (La Campana, El Roble, Chicauma, Cantillana). No obstante, el registro fósil sugiere una mayor importancia en el pasado, lo que lleva a suponer cambios importantes en la composición de la flora regional durante los últimos 50 millones de años. Es esta modificación y sus posibles causas las que queremos documentar mediante este proyecto.

Por otro lado, simultáneamente, esperamos contribuir a pesquisar antecedentes acerca del origen y evolución de la actual flora de Chile central y del pequeño sur.

Es en este contexto que se insertan estos primeros resultados y que atañen a la flora fósil del área de Matanzas, en la costa norte de la Sexta Región de Chile.

## MATERIALES, METODOS Y ANTECEDENTES

Las improntas foliares que constituyen el objeto del presente artículo provienen de tres yacimientos, todos ellos ubicados en el acantilado costero de los alrededores del pueblo de Matanzas, Sexta Región de Chile. Ellos son, de norte a sur:

a) Sector Los Goterones: Ubicado a alrededor de 700 m al norte de Matanzas, por la playa. La roca portadora es una arenisca grisácea.

b) Matanzas: A aproximadamente 200 m al sur del anterior e inmediatamente al norte del poblado; con características similares al anterior.

c) Boca Pupuya: A cerca de 2 km al sur del poblado de Matanzas, por la playa, y alrededor de 200 m al norte de Boca Pupuya. Corresponde al perfil 37 de Tavera (1979) y la roca portadora es una arenisca alterada de color café amarillento.

Los tres yacimientos se ubican en el miembro Navidad de la formación homónima de Tavera (l.c.), de edad miocena inferior, según este mismo autor. Cecioni (1978) asigna a estos estratos una edad miocena superior a pliocena media. Etchart (1973) propone, a su vez, una edad tortoniana para ellos. Tsuchi *et al.* (1990), sobre la base del hallazgo de *Globorotalia juanai*, asignan los estratos portadores, en la Formación Navidad, a la base de la zona 16 de Foraminíferos, de edad tortoniana. Martínez-Pardo (1990) propone un modelo biocronoestratigráfico en que sitúa la Formación Navidad en lo que él denomina "Neogene South East Pacific Sequence I (Nseps I)", asignando éste al lapso comprendido entre el Burdigaliano Superior y el Tortoniano basal, es decir desde el Mioceno Inferior terminal al Mioceno Superior inicial (entre 19 y 10 millones de años atrás, en la escala de tiempo de Berggren *et al.*); acepta, además la subdivisión de Tavera de la formación en un miembro inferior (miembro Navidad) y otro superior (miembro Licancheo-Rapel).

En terreno se determinó, mediante el uso de una capa guía, que los yacimientos de Los Goterones y de Matanzas corresponden a las mismas capas. El yacimiento al norte de Boca Pupuya corresponde, de acuerdo a Tavera (1979), a un nivel situado más alto estratigráficamente y es, por tanto, posterior en el tiempo.

El material es, en general, fragmentario, debido probablemente al ambiente de depositación litoral; esto último avalado por la coexistencia de hojas con invertebrados marinos en las mismas muestras.

Las muestras fueron limpiadas utilizando un grabador de metales y manualmente. Estas quedan depositadas en la colección paleobotánica del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago de Chile (SGO Pb). Al citar, en este trabajo, el material estudiado se indica el número que le corresponde en esta colección, la letra que, eventualmente, sigue a este número permite distinguir una impronta de otra dentro de la misma muestra.

La determinación sistemática de los ejemplares se llevó a cabo por comparación con hojas de especies actuales, tanto chilenas como exóticas; de especial utilidad resultan, en este caso, los trabajos de Romero y Dibbern (1982), Romero (1980), Romero y Carrasco-Aguirre (1982) y Carrasco-Aguirre y Romero (1982). También se utilizó, obviamente, la literatura paleobotánica pertinente, la que es indicada en cada caso particular. Respecto de la delimitación de especies, hemos preferido describir como órgano-especies distintas aquellas que exhiben diferencias morfológicas, a pesar de estar consientes de la gran variabilidad de las hojas que aparecen en especies biológicas actuales; esto es particularmente notable en el caso de las Myrtaceae, es por ello que muy probablemente el número de especies fósiles no represente fielmente el número de especies biológicas que les dio origen; en tanto no se reconozca conexión orgánica entre distintas formas, pensamos que deben ser tratadas separadamente.

En la presentación de los resultados, las familias de Magnoliophyta son ordenadas conforme el sistema de Cronquist (1981); las familias de las otras divisiones se presentan en orden alfabético, similar criterio se ha adoptado para la ordenación de los géneros dentro de cada familia.

La nomenclatura utilizada para describir la arquitectura foliar corresponde a aquella propuesta por Hickey (1974).

## RESULTADOS

Del estudio de 170 ejemplares, procedentes de los tres yacimientos señalados, se ha determinado la presencia de 63 órgano-especies diferentes; de ellas 10 de Pterophyta, 1 Shenophyta, 4 Pinophyta y 48 Magnoliophyta, 2 de estas últimas pertenecientes a las clase Liliopsida y 46 a la clase Magnoliopsida. De las Magnoliopsida, las familias mejor representadas son las Myrtaceae, con 16 especies, y Fagaceae y Lauraceae, con 6 y 5 especies respectivamente.

La lista de especies determinadas y el yacimiento en que se colectó se indica en tabla 1. Allí también se señala el porcentaje de hojas enteras de cada yacimiento.

TABLA 1.

Presencia de órgano-especies en la paleomegafiora de Matanzas.

Órgano-especies	Boca Pupuya	Goterones
SPHENOPSIDA		
Equisetaceae		
<i>Equisetum</i> sp.	+	
PTEROPHYTA		
Aspidiaceae		
cfr. <i>Ctenitis</i> sp.	+	+
Aspleniaceae		
<i>Asplenium</i> sp. 1	+	+
<i>Asplenium</i> sp. 2	+	+
<i>Asplenium</i> sp. 3		+

Organo-especies	Boca Pupuya	Goterones
Blechnaceae		
<i>Blechnum</i> sp.		+
Lophosoriaceae		
cfr. <i>Lophosoria</i> sp.	+	+
Afinidad desconocida		
<i>Filicites</i> sp. 1		+
<i>Filicites</i> sp. 2	+	
<i>Filicites</i> sp. 3	+	
<i>Filicites</i> sp. 4	+	
PINOPHYTA		
Araucariaceae		
<i>Araucaria</i> sp.	+	+
Podocarpaceae		
<i>Podocarpus</i> sp. 1		+
<i>Podocarpus</i> sp. 2		+
<i>Saxegothopsis</i> sp.		+
MAGNOLIOPHYTA		
Magnoliopsida		
Monimiaceae		
<i>Doryphora</i> sp.	+	
Lauraceae		
<i>Laurophyllum</i> sp. 1	+	
<i>Laurophyllum</i> sp. 2	+	
<i>Ocotea</i> sp.	+	
<i>Persea</i> sp.	+	
<i>Phoebe</i> sp.	+	
Berberidaceae		
<i>Berberis</i> sp. 1		+
<i>Berberis</i> sp. 2		+
<i>Berberis</i> sp. 3	+	
Lardizabalaceae		
<i>Boquila</i> sp.	+	
Fagaceae		
<i>Nothofagus gonzalezii</i>		+
<i>Nothofagus</i> sp. 1		+
<i>Nothofagus</i> sp. 2		+
<i>Nothofagus</i> sp. 3		+
<i>Nothofagus</i> sp. 4		+
<i>Nothofagus</i> sp. 5	+	
Cunoniaceae		
<i>Caldcluvia</i> sp.	+	
<i>Weinmannia</i> sp.		+
Cunoniaceae	+	+
Caesalpiniaceae		
<i>Senna</i> sp.	+	
Thymelaeaceae		
<i>Ovidia</i> sp.	+	



Organo-especies	Boca Pupuya	Goterones	
Myrtaceae			
(Leptospermoideae)			
<i>Agonis</i> sp.	+		+
<i>Callistemon</i> sp.	+		+
(Myrtoideae)			
<i>Amomyrtus</i> sp.	+		
<i>Aulomyrcia</i> sp. 1	+		+
<i>Aulomyrcia</i> sp. 2			+
<i>Aulomyrcia</i> sp. 3	+		+
<i>Aulomyrcia</i> sp. 4			+
<i>Aulomyrcia</i> sp. 5			+
<i>Aulomyrcia</i> sp. 6			+
<i>Aulomyrcia</i> sp. 7	+		
<i>Aulomyrcia</i> sp. 8	+		
<i>Myrceugenia</i> sp. 1			+
<i>Myrceugenia</i> sp. 2	+		
<i>Myrceugenia</i> sp. 3	+		
<i>Myrceugenia</i> sp. 4	+		
<i>Myrcia</i> sp.	+		
Melastomataceae			
<i>Melastomophyllum</i> sp.			+
Malpighiaceae			
? Malpighiaceae			+
Loganiaceae			
<i>Desfontainia</i> sp.	+		
Gesneriaceae			
<i>Mitraria</i> sp.			+
Afinidad desconocida			
<i>Phyllites</i> sp. 1			+
<i>Phyllites</i> sp. 2			+
<i>Phyllites</i> sp. 3	+		
<i>Phyllites</i> sp. 4	+		
<i>Phyllites</i> sp. 5			+
Liliopsida			
Dioscoreaceae			
<i>Dioscorea</i> sp. 1			+
<i>Dioscorea</i> sp. 2	+		
% de hojas enteras (sólo Magnoliopsida)	85,71%	50,00%	
Total especies	37	36	63

## DESCRIPCIONES SISTEMATICAS

## DIVISION SPHENOPHYTA

## Familia Equisetaceae

*Equisetum* sp. (Lám. 1, fig. 1).

Descripción: Hemos agrupado en esta forma tres ejemplares de tallos que presentan las características carenas y valéculas así como nudos articulados, pero que difieren en su

diámetro. Estos miden en un caso 9-10 mm, en otro 14 mm y en el tercero más de 22 mm; la distancia entre cada carena y su vecina inmediata es de alrededor de 1 mm.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1003 (a)-1076-1077 (a).

Discusión: Por lo fragmentario del material no consideramos pertinente nominar específicamente estas formas.

## DIVISION PTEROPHYTA

### Familia Aspidiaceae

cfr. *Ctenitis* sp. (Lám. 1, fig. 2).

Descripción: Fragmento de pinna con pinnulas ovado-lanceoladas a ovado-angostas, de hasta 9 mm de largo por hasta 3 mm de ancho máximo. Pinnulas lobuladas en el borde y decurrentes en la base, de modo que se unen a ambas pinnulas vecinas y el raquis aparece alado.

Cada pinnula está provista de una vena media de recorrido sinuoso y que se bifurca en el ápice. De la vena media nacen lateralmente venas más finas que se introducen a cada lóbulo, donde se bifurcan varias veces.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1044 (a). Boca Pupuya: SGO Pb 1098 (c).

Discusión: A pesar que no se observan claramente soros, es posible distinguir estructuras esféricas laminares y asociadas a las venas de orden mayor, las que pueden ser interpretadas como tales. De este modo, se asemeja a *Ctenitis spectabilis* (Kaulf) Kunkel.

cfr. *Asplenium* sp. 1 (Lám. 1, fig. 3).

Descripción: Pinna (¿pinnula?) de forma oblonga, de 30 mm de largo por 9 mm de ancho, levemente falcada. Base levemente ensanchada, margen irregularmente crenado, ápice redondeado o acuminado.

Nervadura pinnada. Nervio medio acanalado, levemente curvado, de grosor moderado. Nervios laterales finos, originándose en ángulo agudo, bifurcados a 1/4 de su recorrido, otros en la mitad del recorrido y otros, finalmente, a los 3/4 de su recorrido.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1019 (h)-1030-1063-1139 (a)-1143 (b) cfr-(a)-1145. Boca Pupuya: SGO Pb 1096 (i)-1027 (a)\*.

Discusión: Se trata de una pinna aislada, pero que muestra bien su morfología. Entre los ejemplares actuales revisados, exhibe notable semejanza con especies actuales del género *Asplenium* (*A. obliquum* Forster, *A. alatum* H.B.K. y algunas pinnas de *A. obtusatum* Forster.)

cfr. *Asplenium* sp. 2 (Lám. 1, fig. 10).

Descripción: Fragmento de pinna portadora de tres pares de pinnulas subopuestas, insertas por toda la base al raquis y uniéndose a las vecinas en relación de continuidad, de modo que el raquis parece alado. Pinnulas asimétricas, de 11 mm de largo por 2 mm de ancho. El borde basiscópico entero, el acroscópico lobulado; lóbulos de ápice redondeado, a veces bifido.

Del raquis de la pinna surge lateralmente un nervio principal que entra a la pinnula corriendo cerca del borde basiscópico y se bifurca, enviando cada vez una vena a cada lóbulo, alcanzando el ápice de éste (cuando el ápice del lóbulo es bifido esta vena se divide y entra una rama a cada bifurcación).

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1009-1061 (a). Boca Pupuya: SGO Pb 1003 (c) - 1095 (c).

Discusión: A pesar de no observarse soros, comparamos esta forma al género *Asplenium* (vgr. *A. dareoides* Desv.) por las pinnulas asimétricas y la venación.

\* Los ejemplares SGO Pb 1143 (b) y 1139 (a) difieren del resto por su ápice más acuminado.

*Asplenium* sp. 3 (Lám. 1, fig. 4).

Descripción: Fragmento apical de pinna con 5 pinnulas alternas. Pinnulas elípticas, simples, con excepción de la más basal que es dividida, de 5-14 mm ( $x = 9,5$  mm.  $n = 6$ ) de largo por 2-5 mm ( $x = 3,75$  mm.  $n = 6$ ) de ancho, siendo la mayor la apical y las menores las resultantes de la división.

Margen muy finamente serrulado, ápice agudo, base aguda a decurrente. Pinnulas unidas al raquis por un corto peciólulo de cerca de 2 mm de largo, la apical por la continuación del raquis.

Venación pinnada. Vena primaria derecha. Venas secundarias alrededor de 10 pares, originadas en ángulo agudo, algunas bifurcadas en el origen o cerca de él, algunas curvadas exmedialmente.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1021 (a).

Discusión: A pesar de carecer de soros, comparamos esta forma al género *Asplenium* por una combinación de caracteres, entre los que se incluye la nervadura, el tamaño relativo de la pinna apical y la división e inserción de las pinnas. El actual *A. auritum* SW. presenta la pinna más basal partida y, en algunos ejemplares, la pinna apical es del mismo tamaño o mayor que el resto.

## Familia Blechnaceae

cfr. *Blechnum* sp. (Lám. 1, fig. 5).

Descripción: Fragmento de fronde en el cual se observan 5 pinnas de forma ovada, casi triangular, algo asimétrica, de 6 mm de largo por 6 mm de ancho. Base ancha, unida a la de las pinnas vecinas; la pinna se inserta por toda la base. Borde entero, ápice redondeado. Una vena media penetra a la pinna y la recorre longitudinalmente, de ella nacen lateralmente, en ángulo agudo angosto, finas venas que van al margen. No se observa soros.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1028.

Discusión: Esta forma se asemeja notablemente a las frondas estériles de *Blechnum leyboldianum* (R.A. Phil.) C. Christ., *B. blechnoides* (Bory) Keyserling o *B. mochaenum* Kunkel.

## Familia Lophosoriaceae

?*Lophosoria* sp. (Lám. 1, fig. 6 y 7).

Descripción: Fragmento de pinna con tres pares de pinnulas subopuestas, insertas al raquis por toda la base, decurrentes, y uniéndose en forma continua con las vecinas. Pinnulas de hasta 15 mm de largo por 4 mm de ancho, levemente asimétricas, la mitad basiscópica más angosta, lobulado-pinnatifidas. Lóbulos ovados, de ápice cortamente acuminado, romo, y margen entero, el margen acroscópico más corto que el basiscópico.

La pinnula está recorrida longitudinalmente por una vena media, de ésta surgen lateralmente, en ángulo agudo angosto, venas más finas que entran y recorren, en posición central, cada lóbulo. De esta vena media del lóbulo nacen, a su vez, lateralmente, 2-3 pares de venas más finas, opuestas o subopuestas y en ángulo agudo angosto, que llegan al margen.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1047. Boca Pupuya: SGO Pb 1013 (b).

Discusión: A pesar que no se observa soros (aunque algunas impresiones en la base de cada lóbulo pueden ser interpretadas como tales) y que diversos géneros tienen esta forma de pinnula, la asignamos tentativamente al género *Lophosoria* por su parecido a *L. quadripinnata* (GMEL.) C. Christ.

Afinidad desconocida

*Filicites* sp. 1 (Lám. 1, fig. 8).

Descripción: Pinna (¿pinnula?) de forma linear, de más de 20 mm de largo por 2 mm de ancho. Borde entero, algo retuso. Una vena media la recorre longitudinalmente; de ella

nacen lateralmente, en ángulo agudo moderado, venas secundarias finas que se bifurcan cerca de su origen o a mitad de su recorrido.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1036 - 1044 (b) - 1109.

Discusión: Esta forma y venación puede asemejarse a especies de diversos géneros, *Blechnum*, *Dryopteris* s.l., *Pteris*, etc.

*Filicites* sp. 2. (Lám. 1, fig. 9).

Descripción: Fragmento de fronde portando 3 pares de pinnas oblongas, algo ensanchadas y unidas en la base, de borde entero y ápice agudo, de 5-6 mm de largo por 2 mm de ancho. La venación es pinnada, con numerosas venas secundarias que nacen en ángulo agudo angosto a moderado, éstas con un recorrido suave y uniformemente curvado exmedialmente, algunas se bifurcan cerca de su origen.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1025 (a).

*Filicites* sp. 3 (Lám. 1, fig. 16).

Descripción: Fragmento de fronde portador de 3 pares de pinnas alternas. Pinnas de forma oblonga, de 6,5-7 mm de largo por 3-3,5 mm de ancho, unidas en el tercio basal. Margen entero, ápice redondeado. Venación pinnada, con 4-5 pares de venas secundarias, opuestas en la base, subopuestas a alternas hacia el ápice, de recorrido suave y uniformemente curvado admedialmente; este efecto es más distinguible en los pares apicales que en los basales; estas secundarias nacen en ángulos de 45° y a veces se bifurcan en el tercio superior de su recorrido o más cerca del margen. Soros dispuestos sobre las venas secundarias y de forma circular.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1013 (a).

Discusión: Por la posición y forma de los soros y pinnas, esta forma podría corresponder al género *Dryopteris*.

*Filicites* sp. 4 (Lám. 1, fig. 11).

Descripción: Fragmento de raquis con 4 pinnas de forma ovada, de 4,5-6,5 mm de largo por 2,5-3 mm de ancho máximo (la base). Bases claramente separadas entre sí, margen entero, ápice obtuso. Venación pinnada, con 5 pares subopuestos de venas secundarias. Estas últimas se originan en ángulo de 45°, excepto el par basal cuyo ángulo es de  $\pm 60^\circ$ , y algunas se bifurcan en mitad de su recorrido, en tanto las basales lo hacen cerca de su origen.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1013 (d).

## DIVISION PINOPHYTA

### Familia Araucariaceae

*Araucaria* sp. (Lám. 1, fig. 12).

Descripción: Hoja de forma ovada angosta, de  $\pm 25$  mm de largo por 12 mm de ancho máximo, suavemente cóncava, en particular en la mitad basal y en el ápice, con una quilla longitudinal hacia ápice y base. Apice agudo, cóncavo; base no conservada; margen entero; textura coriácea. Venación no visible.

Macroscópicamente la superficie de la lámina se ve recorrida longitudinalmente por líneas finas, densamente dispuestas y paralelas. Al mayor aumento de lupa se observa hileras paralelas de estomas dispuestos en forma muy densa, alrededor de 5 hileras por milímetro en la parte media de la lámina. Entre las hileras de estomas se aprecian, en trechos, vénulas capilares longitudinales que se unen entre sí por vénulas cortas capilares transversales que se originan en ángulo recto, raro agudo.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1008-1147 (cfr). Boca Pupuya: 1099 (b).

Discusión: Esta especie, por la forma, es similar a *Araucaria araucana* (Mol.) Koch, especie actual del sur de Chile; el ápice de esta última es mucronado, carácter que no es observable en el fósil. La hoja de la especie actual es aquillada en la cara abaxial, siendo la



quilla más notable y gruesa hacia el ápice y hacia la base; en la contraimpresión del fósil se observa más nítida esta quilla, pero lamentablemente el ápice no se ha conservado.

El ejemplar 113 es más pequeño y menos ovoidado (12 mm por 7 mm). En las ramas de *A. araucana* aparecen hojas basales mucho menores que el resto.

### Familia Podocarpaceae

*Podocarpus* sp. 1 (Lám. 1, fig. 13).

Descripción: Hoja de forma oblonga,  $\pm$  50 mm de largo por 6 mm de ancho máximo, falcada. Apice no conservado; base levemente asimétrica, un lado cuneado, el otro decurrente; margen entero; textura coriácea. Hoja aparentemente sésil y algo retorcida en la parte más basal.

Sólo se observa un nervio medio, de  $\pm$  0,8 mm de ancho, plano, no prominente. Este es de recorrido derecho y sólo sufre una curvatura que sigue la curvatura de la lámina.

Sobre la lámina se observa hileras longitudinales de estomas dispuestos en forma muy densa, constituyendo bandas estomáticas.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1010 (b) - 1049-1141 (b, cfr) - 1134 (a).

Discusión: Esta forma fósil exhibe similitudes con las actuales *Podocarpus saligna* D. Don, de Chile, *P. elatus* R. Br., de Australia, *P. sellowi* Klotzsch. ex Endl., de Brasil, y *P. parlatorei* Pilg. del norte argentino, especies cuyas hojas difieren entre sí notablemente en el ápice, parte que no está conservada en nuestros ejemplares fósiles.

cfr. *Podocarpus* sp. 2 (Lám. 1, fig. 14).

Descripción: Ramilla fragmentaria de 18 mm de largo, con hojas. Hojas sésiles, de 3-4 mm de largo por 0,8-1 mm de ancho, oblongas, falcadas. Apice agudo. Bandas estomáticas visibles, aunque poco aparentes.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1029.

Discusión: Se trata de un fragmento pequeño y mal conservado. Guarda semejanza con *P. inopinatus* Florin, pero no se observa el dimorfismo foliar.

*Saxegothopsis* sp. (Lám. 1, fig. 15).

Descripción: Hoja de forma oblonga angosta, falcada, 7-8 mm de largo por 1,5-2 mm de ancho máximo. Apice agudo, engrosado; base asimétrica, cuneada, algo retorcida; margen entero, levemente engrosado; textura coriácea.

Sólo se observa una vena media fuerte, suavemente curvada hacia la base o el ápice, siguiendo la curvatura de la hoja, poco notable en la cara adaxial, muy prominente en la abaxial. En algunos sectores se observan bandas de estomas.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1017 (d) - 1036 (b).

Discusión: Las hojas de *Saxegothaea conspicua* Lindl. son muy parecidas a las de *Prumnopytis andina* (Poepp. ex Endl.) De Laub, ambas actuales del sur de Chile, difieren sin embargo en que el último presenta una relación largo: ancho que se acerca a 10:1 (*S. conspicua*, 4:1 a 7:1) y un ápice más redondeado. Hemos preferido usar el nombre *Saxegothopsis* de Dusen, para no provocar mayores confusiones. Las hojas de *Saxegothaea conspicua* son, en general, de mayor talla que los ejemplares fósiles.

## DIVISION MAGNOLIOPHYTA

### Clase Magnoliopsida

### Familia Monimiaceae

aff. *Doryphora* sp. (Lám. 1, fig. 23).

Descripción: Hoja asimétrica, elíptica, curvada, una hemilámina más ancha que la otra, 44 mm de largo por 22 mm de ancho máximo. Apice obtuso, base cuneada, margen aparentemente entero (no está bien conservado).

Venación pinnada camptódroma broquidódroma. Vena primaria de grosor moderado, el cual disminuye ostensiblemente de base a ápice, y de recorrido curvado. Venas secundarias, 7 pares alternos hacia la base y subopuestas hacia el ápice, originándose en ángulo agudo moderado en el centro, más obtuso hacia ápice y base. Venas secundarias delgadas, de recorrido curvado uniformemente en su porción proximal, abruptamente en la porción distal. Las secundarias forman ojales, uniéndose a la superadyacente en ángulo recto, los ojales son de forma poligonal por sucesivos quiebres angulosos en su recorrido. Venas terciarias originadas en ángulo agudo o recto, percurrentes, opuestas, oblicuas a la vena media. Venas cuaternarias gruesas, al azar, areolas irregulares. Vénulas ramificadas. Venación última marginal ojalada, los ojales poligonales.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1055 (e) - 1099 (a) (impronta y contraimpronta).

Discusión: Comparamos esta forma a la actual *Doryphora aromatica* (F.M. Bail.) L.S. SM., de Australia, por la nervadura y la forma. El margen de esta última presenta dientes glandulosos que en el fósil no se observan, ya que en éste no se conserva bien esta región. En la especie actual las secundarias son subopuestas en el centro de la lámina. En ambas formas es muy notable la angulosidad de los ojales.

### Familia Lauraceae

*Laurophyllum* sp. 1 (Lám. 1, fig. 22).

Descripción: Fragmento basal de hoja de forma aparentemente obovada o elíptica. Largo inferido 40-45 mm, ancho máximo 19 mm. Apice no conservado, base largamente aguda cuneada, margen entero.

Venación pinnada camptódroma. Vena primaria de grosor moderado y recorrido recto, no ramificada. Venas secundarias notables, subopuestas hacia la base, alternas hacia el medio; originándose en ángulo agudo moderado, más obtuso hacia la base, más agudo hacia el ápice, de recorrido uniformemente curvado y uniéndose a la superadyacente por una serie de arcos camptódromos. Venas intersecundarias simples, bifurcadas en su extremo exmedial. Venas terciarias originándose en ángulo recto, oblicuas al nervio medio, disminuyendo el ángulo exmedialmente, percurrentes, de recorrido derecho, simples o bifurcadas.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1042 (b) - 1083 (impronta y contraimpronta).

Discusión: El tipo general de nervadura es el de una Lauraceae, recuerda a la de *Persea lingue* (R. et Pav.) Ness ex Kopp., pero en ésta las venas secundarias nacen en ángulos más agudos y se curvan sólo hacia el extremo. Con este ángulo de divergencia de las secundarias y el tipo de nervadura hemos observado especies de varios géneros: *Phoebe* (vgr. *Ph. cinnamomifolia* (HBK) Nees), *Ocotea* (vgr. *O. portoricensis* MEZ, *O. glandulosa* Lasser), *Nectandra* (vgr. *N. kaburiensis* Kosterm), *Persea* (vgr. *P. P. ferruginea* HBK).

cfr. *Laurophyllum* sp. 2 (Lám. 1, fig. 19).

Descripción: Sólo poseemos un ejemplar, del cual se observa la hemilámina basal que incluye los tres primeros nervios secundarios. La base es cuneada y el margen entero. La hoja es ancha, de al menos 35 mm de ancho máximo en el sector conservado, este ancho va disminuyendo gradualmente hacia la base, pero a 13 mm del extremo basal el margen sufre un súbito cambio de dirección, haciéndose más paralelo al nervio medio, para terminar en forma cuneada.

La nervadura es pinnada. El primer y segundo nervio secundario se originan en ángulo agudo ancho; son rectos, pero al acercarse al margen se hacen curvados, uniéndose a la secundaria superadyacente por una serie de arcos camptódromos. El tercer nervio secundario nace en ángulo más agudo que los anteriores. Entre el primer nervio secundario y la base misma aparecen 3 (4) venas menores que hacen lo mismo, es decir unirse a la superadyacente mediante una serie de arcos camptódromos. Venas terciarias originadas en ángulo recto

respecto de las secundarias y oblicuas con ángulo disminuyendo exmedialmente respecto de la vena media; éstas son percurrentes, algo sinuosas, opuestas. Las venas cuaternarias surgen en ángulo recto de las terciarias, se bifurcan y forman un retículo laxo.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1011 (c) - 1050 (o). Impronta y contraimpronta.

Discusión: *Beilschmiedia cuneata* (Meissn) Kosterm., especie actual de Colombia y Venezuela, presenta hojas cuya base es similar a la forma aquí descrita. La venación, sin embargo, es del tipo de las *Persea*.

cfr. *Ocotea* sp. (Lám. 1, fig. 20).

Descripción: Hoja aparentemente obovada, de  $\pm 43$  mm de largo por 20 mm de ancho. Apice no conservado, base obtusa, margen entero; a  $\pm 12$  mm de la base la hoja presenta un súbito ensanchamiento, lo que da una forma del tipo pandurado.

Venación pinnada camptódroma. Vena primaria de grosor moderado, derecha, no ramificada. Venas secundarias delgadas, originándose en ángulo agudo moderado, sin variaciones, uniformemente curvadas, uniéndose a la superadyacente en ángulo agudo, separadas por 3-5 mm, más de 10 pares. Venación de orden mayor no visible.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1043 (a) - 1053 (a).

Discusión: Comparamos esta especie a la actual *Ocotea karsteniana* MEZ, tanto por la nervadura como por la forma y, particularmente, la singular base.

*Persea* sp. (Lám. 1, fig. 21).

Descripción: Hoja de lámina simétrica, elíptica, de 70 mm de largo por 24 mm de ancho máximo. Apice y base no conservados, esta última aparentemente cuneada. Margen entero, textura cartacea o subcoriacea, no se observan glándulas. Pecíolo no conservado.

Venación pinnada camptódroma eucamptódroma. Vena primaria de grosor moderado, recorrido derecho no ramificado. Venas secundarias, alrededor de 11 pares, subopuestas hacia la base, alternas o subopuestas hacia el medio y ápice, divergiendo en ángulo agudo moderado, de grosor moderado y recorrido curvado uniformemente, uniéndose a la superadyacente mediante venas terciarias, en cuyo origen la secundaria forma una escotadura. Pocas intersecundarias, notoriamente menos gruesas que las secundarias, simples, naciendo en ángulos variables, desde agudo moderado a casi recto, las cuales se disuelven antes de llegar a la mitad de la hemilámina. Venas terciarias originándose en ángulo recto-recto, con modelo percurrente simple, retroflexo o derecho; oblicuas, disminuyendo exmedialmente, en forma leve, respecto del nervio medio, opuestas. Venas cuaternarias y quinquenarias finas, ortogonales. Orden de venación más alto 5. Venación última marginal ojalada (el margen no está bien conservado). Vénulas ramificadas dos veces. Areolas bien desarrolladas, dispuestas al azar, cuadrangulares, medianas.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1050 (a).

cfr. *Phoebe* sp. (Lám. 1, figs. 17 y 18).

Descripción: Hoja ovada, de  $\pm 24$  mm de largo por 13 mm de ancho máximo. Apice no conservado, base obtusa, margen entero.

Venación pinnada, con 4-5 pares de venas secundarias, camptódroma. El primer par de secundarias se une a la superadyacente mediante una serie de pequeños arcos camptódromos, los otros lo hacen directamente, formando ojales desarrollados. Vena media de grosor moderado, recorrido recto y no ramificada. Venas secundarias delgadas, originándose las más basales en ángulo agudo angosto y las superiores en ángulo agudo ancho. Los dos pares más basales uniformemente curvados (siendo más uniforme el primero), los superiores de recorrido recto hasta la unión con la infraadyacente; las secundarias que forman ojales se unen a las superadyacentes en ángulo levemente obtuso. Intersecundarias simples.



Venas terciarias originándose en ángulo recto, a veces agudo, constituyendo un retículo azaroso. En la nervadura es notable la distancia entre el 2 y 3 par de secundarias, distancia que es mucho mayor que entre las otras, aunque en general la distancia entre dos secundarias vecinas es irregular.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1022 (a).

Discusión: Comparamos esta forma con la actual *Ph. montana* Griseb.

### Familia Berberidaceae

#### *Berberis* sp. 1 (Lám.3, fig. 18).

Descripción: Hoja de forma obovada oblanceolada; largo 32 mm, ancho 11 mm. Apice agudo; base no conservada, aparentemente aguda a cuneada. Margen serrado, serratura recta-recta, senos redondeados, dientes espaciados regularmente y de seriación simple; no hemos podido observar, debido a la precaria conservación del borde, si los dientes terminan en espina apical. Textura coriacea. No se observan glándulas.

Venación pinnada, camptódroma broquidódroma. Vena primaria moderada, de recorrido derecho no ramificado. Venas secundarias originándose en ángulo agudo ancho, casi uniformes, delgadas, de recorrido derecho no ramificado. Ramificaciones que forman ojales uniéndose a secundarias superadyacentes en ángulo recto. Venas intersecundarias ramificándose exmedialmente en forma de Y, algunas, sin embargo, lo hacen admedialmente. Venas de orden mayor no visibles. Venación última marginal incompleta.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1041 (a).

Discusión: La forma fósil es similar, en la arquitectura de la venación y margen, a *Berberis serrato-dentata* Lechl., del centrosur y sur de Chile y Argentina. Las hojas típicas de esta última especie son elípticas, sin embargo las hojas menores son obovadas.

#### *Berberis* sp. 2 (Lám.3, fig. 17).

Descripción: Hoja elíptica ancha, de 6-7,5 mm de largo y 4-4,5 mm de ancho. Apice obtuso (¿mucronado?), base asimétrica, aguda ancha, margen entero. Textura coriacea. Pecíolo no conservado. Venación pinnada camptódroma broquidódroma. Vena primaria moderada, de recorrido derecho no ramificado, curvado sólo en la misma base. Venas secundarias naciendo en ángulo agudo moderado, las superiores en ángulo más obtuso, 6 pares; la distancia entre una secundaria y la superadyacente disminuye de base a ápice. El segundo par de secundarias es el más fuerte y se constituye en intramarginal, el primer par hace un arco corriendo casi paralela a la intramarginal y desaparece un poco más arriba de la mitad de la lámina, venas rectas van uniendo a las venas del primer y segundo par a lo largo de su recorrido. Las otras secundarias son delgadas, levemente sinuosas. Sólo se observa una intersecundaria, la que se ramifica admedialmente, partiendo de la intramarginal, una de sus ramas se une a la secundaria superadyacente y la otra a la vena media. Venación de orden mayor no visible.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1019 (e) - 1045 (a) (contraimpronta).

Discusión: Las hojas más pequeñas y sin espinas en el borde de *Berberis buxifolia* LAM., del sur de Chile y Argentina, son muy similares a esta forma, difieren porque en la especie actual el borde es reforzado y el segundo par basal sufre escotaduras al pasar frente a algunas secundarias.

#### cfr. *Berberis* sp. 3 (Lám. 3, fig. 15).

Observación: Disponemos sólo de un fragmento que incluye la parte basal de la hoja. Este fragmento exhibe el primer par de venas secundarias. A pesar de ello, la venación del género es muy característica, lo que nos mueve a asignar este fragmento al género.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1014.



**Familia Lardizabalaceae*****Boquila* sp.** (Lám. 1, fig. 25).

Descripción: Folíolo de forma general elíptica, de 23 mm de largo por 11 mm de ancho máximo. Borde entero, describiendo amplias sinuosidades que confieren al folíolo aspecto sublobulado. Base asimétrica, un lado agudo, el otro obtuso. Apice obtuso.

Nervadura pinnada broquidódroma. Vena media de grosor moderado y recorrido derecho no ramificado. Venas secundarias, 6 pares alternos, originándose en ángulo agudo moderado, las superiores más obtusas, de grosor moderado y recorrido derecho o uniformemente curvado, al unirse con el arco camptódromo de la superadyacente se curva abruptamente; se unen a la superadyacente en ángulo recto, ya cerca del ápice en ángulo obtuso; al unirse a la superadyacente la secundaria envía una rama exmedial que forma otros ojalos menores externamente. Venas terciarias originándose en ángulo recto desde el nervio medio, al igual que de las secundarias, sinuosas. Venación de orden mayor no visible.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1043 (b).

Discusión: Nuestro ejemplar coincide muy bien con la actual *Boquila trifoliata* (DC) DCNE., del sur de Chile, de la cual difiere por la base.

**Familia Fagaceae*****Nothofagus gonzalezii* Tanai** (Lám. 2, fig. 3).

Descripción: Tanai (1986: 527-528; lám. 13, figs. 5, 9, 14, 16. Figura de texto 8 k).

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1007 (a) - 1048 (a) - 1064 (a) (cfr) - 1070 (c) - 1107 - 1108 - 1122 (a) (cfr) - 1138.

Discusión: Nuestros ejemplares coinciden bien con la descripción de Tanai (l.c.); los dientes son simples. El holotipo de la especie proviene de estas capas.

***Nothofagus* sp. 1** (Lám. 2, fig. 2).

Descripción: Hoja de forma elíptica, de 32 mm de largo por 13 mm de ancho. Apice agudo, base cuneada. Margen serrado doble, dientes agudos, convexo-rectos, senos agudos, a menudo un diente principal con uno pequeño subsidiario hacia el lado basal. Quinto basal del borde, entero. Textura cartacea.

Venación pinnada craspedódroma simple, notablemente más gruesa hacia la base que hacia el ápice. Vena primaria moderada, derecha, curvada levemente sólo hacia la base. Venas secundarias originándose en ángulo agudo moderado, alternas a subopuestas, 6 pares, ramificadas; la rama principal entra hasta el ápice del diente principal, la ramificación basiscópica se curva y entra al diente subsidiario. Venas terciarias nacen en ángulo recto hacia ambos lados de la secundaria. Venación de orden mayor no visible.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1010 (a).

Discusión: Este ejemplar es muy parecido a *Nothofagus magelhaenica* (Engelhardt) Dusen, de la que difiere notablemente por presentar un menor número de venas secundarias.

***Nothofagus* sp. 2** (Lám. 2, fig. 4).

Descripción: Hoja elíptica ancha, subromboidal, 17 mm de largo por 11 mm de ancho (relación 1,54: 1), algo asimétrica. Apice obtuso; base levemente obtusa; margen suave y regularmente crenado simple, senos agudos; textura cartacea. Pecíolo normal, de 2 mm de largo, curvado.

Venación pinnada craspedódroma simple. Vena primaria de tamaño moderado, de recorrido derecho no ramificado. Venas secundarias en número de 7 pares, subopuestas, naciendo en ángulo agudo de alrededor de 45°, ángulo casi uniforme, de recorrido derecho no ramificado, muy paralelas entre sí y llegando al ápice del diente, una vena por diente; grosor moderado. Venación de orden mayor no visible. Una vena fimbrial recorre el borde.

Entre dos venas secundarias consecutivas existe un pliegue recto que va desde la vena media al borde, llegando al seno entre dos dientes, de modo que pliegues y venas secundarias son paralelas entre sí y se alternan. Como consecuencia de lo anterior la hoja aparece ondulada en vista lateral.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1018 (a).

Discusión: La hoja presenta un parecido a *N. gonzalezii* en el borde, pero difiere en tamaño, forma y número de nervios secundarios. De *N. gunnii* (Hook. f) Oerst. se diferencia por la base y la forma en que la vena secundaria penetra a la crena.

*Nothofagus* sp. 3 (Lám. 2, fig. 15).

Descripción: Hoja ovada, de 14-18 mm de largo (inferido) por 10-15 mm de ancho máximo. Apice no conservado, aparentemente obtuso. Base subcordada, asimétrica. Margen serrado, dientes convexo-convexo y senos agudos. Textura coriacea. Glándulas laminares.

Venación pinnada, craspedódroma simple. Vena primaria de tamaño moderado, sinuosa. Venas secundarias en número de 4-5 pares; el par más basal subopuesto y algo sigmoideo, con 2 o más ramificaciones basiscópicas cada una (carecemos del margen a ese nivel), los otros pares alternos; recorrido suavemente curvado, terminando en el ápice del diente en posición central. Venas terciarias originándose en ángulo recto hacia ambos lados de la secundaria. Areolas cuadrangulares. Vénulas atravesando las areolas y ramificándose hacia ambos lados una o dos veces. En la base se observa una vena fimbrial.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1018 (b). Matanzas: SGO Pb 1033-1065-1118.

Discusión: Este ejemplar recuerda a las especies siempre verdes chilenas, particularmente a *N. nitida* (Phil.) Krasser tal cual ha sido figurada por Romero (1980; lám. 2, fig. 4), aún cuando las formas foliares más típicas de esta especie son más alargadas.

cfr. *Nothofagus* sp. 4 (Lám. 2, fig. 6).

Descripción: Hojas de forma ovada,  $\pm$  35 mm de largo y 18 mm de ancho.

Venación pinnada. Nervio medio moderado, de recorrido derecho. Venas secundarias 11-12 pares.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1016 (a).

Discusión: Ejemplar mal conservado, que carece de base, borde y ápice. Sin embargo, es destacable la gran cantidad de venas secundarias.

*Nothofagus* sp. 5 (Lám. 2, fig. 11).

Observación: Se trata de fragmentos de hojas de un tamaño inferido de alrededor de 45-50 mm de largo por 25-30 mm de ancho, con alrededor de 10 pares de nervios secundarios. No se conserva borde, base ni ápice.

A pesar de lo fragmentario del material, es perfectamente ubicable en el género por la nervadura y es distinguible de las otras especies aquí descritas.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1012 (b) - 1050 (n) - 1088 (a) - 1089.

## Familia Cunoniaceae

*Caldcluvia* sp. (Lám. 2, fig. 10).

Descripción: Fragmentos de hoja alargada, de  $\pm$  20 mm de ancho. Base leve o notoriamente asimétrica, cuneada. Borde serrado, dientes convexo-rectos, senos angulares, el lado acroscópico del diente notoriamente más corto que el basiscópico.

Nervadura pinnada craspedódroma. Vena media de grosor moderado, recta, no ramificada. Venas secundarias delgadas respecto de la media, alternas o subopuestas, originándose en ángulo agudo moderado. La vena secundaria sigue un recorrido derecho, pero a la altura del seno, a unos 4 mm de él, se bifurca, la rama basiscópica entra al diente

inmediatamente subyacente al seno, la acroscópica se curva y va a unirse, en ángulo agudo, a la rama basiscópica de la secundaria superadyacente, esta unión tiene lugar ya dentro del diente inmediatamente superior al seno.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1055 (d) - 1079 (a).

Discusión: Sólo disponemos de fragmentos en los que, particularmente su nervadura, sigue el modelo típico de las Cunoniaceae, en especial de *Caldcluvia*. Difiere de la actual *C. paniculata* (Cav.) D. Don, del sur de Chile, por la distancia al seno a la que se produce la bifurcación y porque en la especie fósil la ramificación entra al diente cerca del eje de éste, en cambio en la especie actual lo hace muy cerca del lado acroscópico.

*Weinmannia* sp. 1 (Lám. 3, fig. 16).

Descripción: Folíolo sésil de forma obovada muy ancha, de 10 mm de largo por 9 mm de ancho. Apice no conservado, base decurrente. Margen lobado, con tres lóbulos a cada lado y uno apical; lóbulos subtriangulares, el lateral mediano es el mayor; de los lóbulos laterales el más basal y el mediano son convexo-convexos, el más apical convexo-recto; el lóbulo apical es convexo-convexo; lóbulos sencillos y regularmente espaciados; senos agudos angostos. Textura aparentemente cartacea. No se observa glándulas.

Venación pinnada craspedódroma. Vena principal de tamaño moderado y recorrido derecho no ramificado. Tres pares de venas secundarias subopuestas, el par superior a una distancia mayor de su vecina que el resto; venas originándose en ángulo agudo moderado, venas superiores en ángulo agudo más angosto, primero y segundo par distantes  $\pm 5$  mm, segundo y tercer par separadas por  $\pm 3$  mm. Estas venas secundarias hacen un recorrido derecho hasta el borde, llegando al seno, allí se bifurcan en una rama larga que entra al lóbulo superior más inmediato, siguiendo casi paralela al borde basal del lóbulo, y otra rama corta que entra al lóbulo inferior más inmediato, siguiendo un recorrido paralelo al borde apical del lóbulo; la rama que corre paralela al borde apical del lóbulo se une en el ápice del lóbulo con la rama de la otra vena que corre paralela al borde basal del mismo lóbulo. Entre la primera vena secundaria y la base nace una intersecundaria a cada lado del nervio medio, la cual llega al ápice del lóbulo más basal por su lado basal. Entre el primer y segundo par de venas secundarias, más cerca del primero que del segundo, nace un par de intersecundarias que se dirige en forma derecha al seno ubicado entre el segundo y tercer lóbulo lateral, allí se une al segundo par de secundarias, de tal modo que esta intersecundaria no es paralela a las secundarias. Intersecundarias simples. Venas terciarias originándose en ángulo recto a ambos lados de las secundarias, percurrentes simples, sinuosas, opuestas. Último orden de venación distinguible terciario. Venación última marginal ojalada. Areolas imperfectas, distribuidas al azar, de forma cuadrangular a pentagonal, de tamaño variable, de 0,3-1 mm.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1019 (g).

Discusión: La venación coincide, prácticamente en forma exacta, con aquella de los folíolos de *Weinmannia trichosperma* Cav., especie actual que crece en Chile desde el sur del río Maule hasta la región de Última Esperanza. Los folíolos de la especie actual son, sin embargo, más alargados; no obstante, algunos folíolos se presentan ovados (vgr. SGO 078440), como los de nuestro material, situación que es más frecuente en el par basal de cada hoja.

**Cunoniaceae** (Lám. 2, fig. 9).

Descripción: Hoja (folíolo) oblonga angosta;  $\pm 27-35$  mm de largo por 9-11 mm de ancho máximo. Apice no conservado, base cuneada, asimétrica. Margen serrado, dientes regularmente espaciados, simples, convexo-rectos a recto-rectos, senos angulares agudos. Peciólulo de 1 mm de largo.

Venación pinnada semicraspedódroma. Vena primaria fuerte, de recorrido derecho no ramificado. Venas secundarias más de 12 pares (uno por diente), opuestas, divergiendo en



ángulo agudo ancho, ángulo casi uniforme, delgadas, de recorrido derecho en dirección al diente, pero al llegar a las inmediaciones de éste se curva abruptamente hacia el ápice y, junto al seno, se bifurca en una rama basal que entra al diente por su mitad apical y una rama apical que se une a la secundaria superadyacente. Venas intersecundarias sólo entre algunas secundarias, equidistantes de las dos secundarias vecinas o más próximas a la secundaria más apical; estas intersecundarias se unen finalmente a las secundarias junto al seno. Venación de orden mayor no visible.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1019 (a). Boca Pupuya: SGO Pb 1012 (f).

### Familia Caesalpiniaceae

cfr. *Senna* sp. (Lám. 2, fig. 1).

Descripción: Folíolo (¿hoja?) algo asimétrico, doblado hacia la cara adaxial a lo largo del nervio medio, por lo que en la cara abaxial se observa aquillado, elíptico, de 20 mm de largo por 7 mm de ancho. Base no conservada, margen entero, ápice agudo.

Venación pinnada, camptódroma. Vena primaria de tamaño moderado y recorrido derecho no ramificado. Venas secundarias alrededor de 5 pares, alternas, aunque de espaciamiento irregular, divergiendo del nervio medio en ángulo agudo moderado a agudo ancho, variando irregularmente, especialmente entre una hemilámina y otra; de grosor moderado; recorrido curvado abruptamente o uniformemente, más pronunciado hacia su extremo, uniéndose a la secundaria superadyacente en ángulo recto. Venas intersecundarias simples, bifurcadas o no en el extremo. Venación de orden mayor no visible.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1043 (c).

Discusión: El ejemplar en cuestión exhibe gran semejanza con algunos folíolos de la actual *Senna stipulacea* (Aiton) Irw. et Barneby, de Chile.

### Familia Thymelaeaceae

*Ovidia* sp. (Lám. 2, fig. 16).

Descripción: Hoja simétrica, de forma obovada oblanceolada a obovada angosta, de 24-45 mm de largo por 8-14 mm de ancho. Apice redondeado, base decurrente, margen entero. Textura membranacea a cartacea. Sin glándulas aparentes. Subsésil.

Venación pinnada craspedódroma, hacia el ápice algunas venas secundarias son camptódromas. Vena primaria de tamaño moderado, disminuyendo notoriamente de grosor hacia el ápice, de recorrido derecho no ramificado.

Venas secundarias naciendo en ángulo agudo angosto hacia la base, en ángulo agudo moderado en la mitad apical, delgadas hacia la base y de grosor moderado hacia la mitad y el ápice, de recorrido derecho, bifurcándose una o más veces, algunas de estas ramificaciones la unen con la subadyacente o vuelven a unirse a la misma secundaria, esta unión ocurre en ángulo recto. Intersecundarias capilares, simples, sinuosas, uniéndose a las secundarias. Venas terciarias principalmente exmediales, naciendo en ángulo agudo y uniéndose a intersecundarias, secundarias u otras terciarias. Venas de orden mayor no visibles. La unión de venas de diferente orden o de las ramificaciones de las secundarias origina ojales.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1005 (a) (cfr) - 1012 (c) - 1035 (b) - 1051 (a).

Discusión: Tanto en la forma como en la venación, este material es notablemente semejante a *Ovidia pillopillo* (Gay) Meissn., especie actual del sur de Chile.

### Familia Myrtaceae

Subfamilia Leptospermoideae

aff. *Agonis* sp. (Lám. 2, fig. 8).

Descripción: Hoja elíptica angosta, 8-11 mm de largo por 2-3 mm de ancho, relación



largo: ancho = 3,5 ó 4 : 1. Apice agudo; base cuneada y torcida; margen entero, reforzado; textura coriácea. Glándulas laminares.

Venación pinnada camptódroma broquidódroma. Vena primaria fuerte, de recorrido derecho. Venas secundarias 7 pares, opuestas o subopuestas; el primer par notablemente más grueso que el resto, subpuesto, originándose inmediatamente sobre la base en ángulo agudo angosto y dirigiéndose al ápice en forma paralela al margen, formando una especie de vena intramarginal a la cual van a unirse las otras secundarias; en el punto de contacto con las secundarias forman un leve escote. Las otras secundarias divergiendo de la vena media en ángulo agudo moderado hacia la base, haciéndose casi recto hacia el ápice, delgadas, de recorrido derecho; espaciamiento disminuyendo hacia el ápice en forma progresiva. Venas intersecundarias ramificadas. Venas de orden mayor no visibles.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1006. Boca Pupuya: SGO Pb 1078 (a) - 1100 (a).

Discusión: Hemos comparado esta forma con *Agonis marginata* Schau in Lehm., de Australia, a la cual se acerca mucho, difiriendo en el número y grosor de las venas secundarias. *Tepualia stipularis* (H. et A.) Griseb. presenta dos pares de secundarias que describen el arco paralelo al borde, lo mismo que las especies de *Fabricia*.

aff. *Callistemon* sp. (Lám. 2, fig. 13).

Descripción: Hoja de forma oblonga angosta,  $\pm$  50 mm de largo por 9-10 mm de ancho máximo, el ancho disminuye abruptamente hacia el ápice y gradualmente hacia la base, lo que le da un aspecto obovado, pero los bordes son paralelos, al menos en cierto trecho. Apice no conservado, aparentemente agudo. Base no conservada, posiblemente aguda. Margen entero. Textura, al parecer, cartacea. Glándulas poco aparentes, laminares. Pecíolo no conservado.

Venación pinnada camptódroma, venas secundarias unidas por una vena intramarginal. Vena primaria fuerte, de recorrido derecho no ramificado. Venas secundarias numerosas, naciendo en ángulo agudo angosto, las inferiores con ángulos de divergencia más agudo que las medianas y superiores. Venas secundarias de grosor moderado y recorrido derecho, algunas bifurcadas. Venas intersecundarias frecuentes. Algunas de ellas nacen de la vena media y se ramifican exmedialmente en Y, cada una de sus ramas se une a una secundaria adyacente, en otros casos una rama se une a una secundaria adyacente y la otra a la intramarginal. Otras nacen de la intramarginal y se ramifican en Y admedialmente, llegando sus ramas a la vena media o a la secundaria adyacente. Venas terciarias poco visibles, reticuladas. Venación última marginal ojalada. Areolas predominantemente pentagonales, pequeñas.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1017 (a). Boca Pupuya: SGO Pb 1050 (g, m) - 1084 - 1099.

Discusión: La arquitectura general de la venación corresponde a aquella de las Myrta-ceae.

Entre las Myrtoideae, la única especie que hemos encontrado similar a este fósil, por la forma, es *Blepharocalyx salicifolius* (HBK) Berg, de Ecuador, Brasil, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina; sin embargo, en ella las venas secundarias nacen en ángulos más abiertos, casi rectos, lo que es bastante común en esta subfamilia.

Entre las Leptospermoideae, se asemeja mucho a *Callistemon speciosa*, *C. lanceolata* y *Metrosideros angustifolia*, sin llegar a identificarse con ninguna de ellas. En cualquier caso, tanto por la forma de la lámina, como por la venación, es más cercana a esta última subfamilia.

#### Subfamilia Myrtoideae

*Amomyrtus* sp. (Lám. 2, fig. 12).

Descripción: Hoja obovada ancha, asimétrica sólo en el ápice, de 27 mm de largo por 15 mm de ancho. Apice acuminado, base decurrente, margen entero, textura coriácea.

Venación pinnada camptódroma, poco notoria, excepto la vena media. Vena primaria de grosor moderado, el cual disminuye de base a ápice, y recorrido derecho no ramificado. Venas secundarias, 7 pares opuestos hacia la base y subpuestos hacia el ápice, originándose en ángulo agudo moderado, delgadas y de recorrido derecho; una de ellas, al menos, ramificada cerca de su origen. Las secundarias son unidas exmedialmente por una vena intramarginal que forma escotes leves a nivel de su unión con las secundarias. Venas intersecundarias ramificadas exmedialmente. Venación última marginal no visible.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1002 (a).

Discusión: Comparamos este fósil con la actual *Amomyrtus luma* (Mol.) Legr. et Kausel, la que ofrece una gran variabilidad en sus hojas, tanto en forma como en venación; algunas de estas variaciones coinciden bien con nuestro ejemplar.

#### *Aulomyrcia* sp. 1 (Lám. 2, fig. 18).

Descripción: Hoja de forma ovada angosta a elíptica, 28-42 mm de largo por 12-14 mm de ancho. Apice no conservado. Base aguda cuneada. Margen entero. Textura cartacea. Glándulas numerosas laminares. Pecíolo curvado, ancho.

Venación pinnada camptódroma. Vena principal de grosor moderado, de recorrido derecho no ramificado. Venas secundarias más de 15 pares, originándose en ángulo agudo ancho, levemente más ancho en una hemilámina que en otra, delgadas, de recorrido derecho, unidas por una vena intramarginal. Vena intramarginal con leves escotaduras allí donde se le unen las secundarias. Venas intersecundarias simples, bifurcadas al llegar cerca de la intramarginal. Venación última marginal ojalada. Venación de orden mayor no observable.

Material estudiado: Matanzas: SGO Pb 1038. Boca Pupuya: SGO Pb 1088 (b).

Discusión: Difiere de las otras especies del género, aquí descritas, por la forma y por la cantidad de venas secundarias.

#### *Aulomyrcia* sp. 2 (Lám. 2, fig. 22).

Descripción: Hoja de forma elíptica, de 26-32 mm de largo y 14-15 mm de ancho. Apice no conservado, aparentemente agudo. Base aparentemente aguda normal. Margen entero. Textura coriácea. Glándulas laminares, pequeñas, puntiformes. Pecíolo no conservado.

Venación pinnada camptódroma. Venas secundarias unidas por una vena intramarginal recta, con leves escotaduras en su unión con las secundarias. Vena primaria de tamaño moderado, recorrido derecho no ramificado. Venas secundarias, en número aproximado de 12-15 pares, originándose en ángulo agudo moderado, las inferiores con ángulos levemente más obtusos, hacia el centro y hacia el ápice variando irregularmente, las de una hemilámina con ángulo diferente a la subpuesta, delgadas respecto de la vena media, recorrido derecho no ramificado. Venas intersecundarias naciendo algunas de la intramarginal, otras de la vena media, las primeras se ramifican admedialmente, las últimas exmedialmente, las ramificaciones se unen a las secundarias adyacentes, a la vena media o a la intramarginal. Venas terciarias formando retículo al azar y naciendo en ángulo recto. Venación última marginal ojalada. Areolas preferentemente cuadrangulares, de tamaño mediano.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1023 (a) - 1026. Matanzas: SGO Pb 1116.

Discusión: Difiere de *Aulomyrcia* sp. 6 por la forma, el ápice y la base. Entre los géneros actuales que hemos revisado, el que más se acerca a nuestra especie fósil es *Aulomyrcia*, por el grosor y solevantamiento de la venación, así como por la presencia de venas notorias entre la intramarginal y el borde. La nervadura es la típica de la familia. Entre las especies actuales, recuerda particularmente a *A. ramulosa* (DC) Berg, por forma y venación.

#### *Aulomyrcia* sp. 3 (Lám. 2, fig. 17).

Descripción: Hoja elíptica ancha, de 16 mm de largo por 10 mm de ancho, disminuyendo de ancho rápidamente hacia el ápice y gradualmente hacia la base. Apice no conservado.

aparentemente redondeado u obtuso. Base aguda normal. Margen entero. Textura coriacea. Glándulas pequeñas, puntiformes, laminares. Pecíolo normal, de  $\pm 0,2$  mm de largo.

Venación pinnada camptódroma. Venas secundarias unidas por una vena intramarginal de recorrido sinuoso, con escotaduras a la altura de las secundarias. Vena primaria fuerte, de recorrido derecho no ramificado. Venas secundarias, 7-8 pares, originándose en ángulo recto o casi recto, siendo las basales más agudas y haciéndose más obtusas hacia el centro y el ápice; de grosor moderado y recorrido recto hacia la base y uniformemente curvado hacia el ápice. Venas intersecundarias originadas en la intramarginal y ramificándose admedialmente; algunas venas del mismo grosor se originan de las secundarias y se dirigen hacia la vena media ramificándose admedialmente; las ramificaciones se unen a las secundarias adyacentes. Venas terciarias originándose en ángulo recto, tanto en el lado exmedial como en el admedial de las secundarias, lo mismo que en el nervio medio y con un modelo reticulado predominantemente ortogonal. Venación última marginal ojalada. Vénulas ramificadas una vez. Areolas bien desarrolladas, dispuestas al azar, cuadrangulares o pentagonales, de tamaño mediano.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1001 (a). Matanzas: SGO Pb 1057. Boca Pupuya: SGO Pb 1055 (c) - 1086 (a).

Discusión: Se distingue esta especie por el ángulo de origen de las venas secundarias, así como por el recorrido de éstas, por el recorrido de la vena intramarginal y el desarrollo asimétrico del ancho hacia ambos extremos.

Hemos asignado esta especie, provisoriamente, al género *Aulomyrcia* por el desarrollo de la venación última marginal, a pesar que no hemos identificado ninguna especie actual que se le asemeje en la forma.

*Aulomyrcia* sp. 4 (Lám. 2, fig. 20).

Descripción: Hoja de forma oblonga angosta,  $\pm 30-40$  mm de largo por 5-6 mm de ancho. Apice no conservado, base cuneada, margen entero. Textura coriacea. Glándulas laminares. Pecíolo no conservado.

Venación pinnada camptódroma. Venas secundarias, más de 15 pares, unidas por una vena intramarginal de recorrido recto con muy leves escotaduras a nivel de la unión de la secundaria. Vena primaria moderada, de recorrido derecho no ramificado. Venas secundarias divergiendo en ángulo agudo moderado, las superiores en ángulo casi recto, delgadas, de recorrido derecho no ramificado. Venas intersecundarias sinuosas, naciendo de la intramarginal, sin ramificarse o ramificándose admedialmente. Venas terciarias naciendo en ángulo recto desde la vena media y también a ambos lados de las venas secundarias, siguiendo un modelo reticulado. Venación última marginal ojalada. Areolas bien desarrolladas, dispuestas al azar, cuadrangulares a pentagonales, de tamaño mediano.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1019 (b) - 1046 - 1106 - 1110 (b) - 1128. Matanzas: SGO Pb 1068.

Discusión: A pesar de su semejanza a *Callistemon* sp, difiere de él por la forma en que disminuye hacia ambos extremos y, notoriamente, en el ángulo de origen de las venas secundarias.

*Blepharocalyx salicifolius*, la especie actual que más se le parece en la forma, carece de venas entre la intramarginal y el borde.

*Aulomyrcia* sp.5 (Lám. 2, fig. 21).

Descripción: Hoja de forma ovado-lanceolada. Largo 16-23 mm, ancho 5-8 mm. Apice no conservado, aparentemente atenuado. Base asimétrica, cuneada. Margen entero. Textura coriacea. Glándulas pequeñas, puntiformes, laminares. Pecíolo normal, de 2 mm de largo por  $\pm 0,75$  mm de ancho.

Venación pinnada, camptódroma. Las venas secundarias unidas cerca del margen por



una vena intramarginal. Esta última recta, formando escotes al unírsele las secundarias. Vena primaria de tamaño moderado y recorrido derecho, levemente curvada cerca del pecíolo, no ramificada. Venas secundarias en número de  $\pm 12$  pares, con ángulo de divergencia agudo moderado, las cercanas al ápice con ángulo levemente más obtuso, delgadas, de recorrido derecho. Venas intersecundarias de grosor casi similar a las secundarias (se diferencian de ellas porque la escotadura de la intramarginal es menor al enfrentar a las intersecundarias), ramificadas admedialmente. Venación última marginal ojalada. Otros caracteres de la nervadura no visibles.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1019 (f) (cfr) - 1039 (b) - 1064 (f) (cfr).

Discusión: Difiere de las especies precedentes por la forma y tamaño. Su forma recuerda a algunas hojas de la actual *A. selloi* (Spreng.) Kausel.

*Aulomyrcia* sp. 6 (Lám. 2, figs. 14 y 15).

Descripción: Hoja de forma ovada lanceolada, largo  $\pm 20-45$  mm, ancho 10-25 mm. Apice largamente acuminado, base aguda normal, margen entero, textura coriacea. Glándulas poco aparentes, laminares. Pecíolo curvado, de 2,5 mm de largo.

Venación pinnada camptódroma. Venas secundarias naciendo en ángulo agudo ancho, haciéndose agudo moderado hacia el ápice. Diferencias de grosor entre secundarias e intersecundarias evidente. Las secundarias unidas por una intramarginal que hace escotaduras a nivel de las secundarias; las intersecundarias nacen en la intramarginal y se ramifican admedialmente. Venas terciarias naciendo en ángulo recto a ambos lados de las secundarias o de las intersecundarias en ángulo recto o agudo. Venación última marginal ojalada, de recorrido recto a partir de la intramarginal.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1023 (b) - 1040 - 1105 - 1110 (a) - 1119 (b) - 1130 - 1135 (c) - 1142 (a y b) - 1143. Matanzas: SGO Pb 1056-1066.

Discusión: Especie muy distintiva por el ápice largamente acuminado. La venación es típica de las Myrtaceae; entre ellas el único género chileno con venación notoriamente prominente es *Blepharocalyx*, el cual no presenta venas entre la intramarginal y el borde. *Aulomyrcia* es el género al que más se acerca, en particular *A. assumptionis* (Moron) Kausel.

*Aulomyrcia* sp.7 (Lám. 2, fig. 19).

Descripción: Hoja oblonga, simétrica, de 15-20 mm de largo por 4-4,5 mm de ancho máximo. Apice obtuso, base obtusa, margen entero. Glándulas laminares.

Venación pinnada, camptódroma. Vena primaria moderada, de recorrido derecho no ramificado. Venas secundarias, 8-9 pares remotos (hacia el centro de la hoja, se hallan separadas por 2-3 mm), divergiendo en ángulo que varía irregularmente desde agudo moderado a casi recto, delgadas, de recorrido derecho, unidas en su extremo exmedial por una vena intramarginal de recorrido sinuoso. Venas intersecundarias capilares, ramificadas admedialmente. Venación última marginal ojalada.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1050 (1) - 1078 (b) - 1079 (b).

Discusión: Entre las Myrtoideae actuales, se asemeja a *Myrcianthes cisplatensis* (Camb.) Berg, *Blepharocalyx angustifolius* Berg, *B. tweedii* (H. et A.) Berg y *B. salicifolius* (HBK) Berg. Ninguno de estos tres últimos presenta venas notables entre la intramarginal y el borde y su ápice es agudo; en el primero la intramarginal va formando arcos por las escotaduras que presenta al unírsele cada secundaria. En las especies de *Myrceugenia* que se le asemejan en forma, las venas secundarias son inconspicuas.

*Aulomyrcia* sp. 8 (Lám. 3, fig. 1).

Descripción: Hoja asimétrica, obovada, curvada hacia el ápice, de 20 o más mm de largo por 8-10 mm de ancho máximo. Apice acuminado, base no conservada, margen entero.



Venación pinnada camptódroma. Vena primaria débil, curvada en el ápice, no ramificada. Venas secundarias originándose en ángulo agudo ancho, el que se hace moderado hacia el ápice, de recorrido derecho, unidas por una intramarginal que forma pequeños escotes. Intersecundarias simples o bifurcadas. Venación última marginal ojalada.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1012 (e) - 1022 (b) - 1072.

*Myrceugenia* sp.1 (Lám. 3, fig. 2).

Descripción: Hoja oblanceolada, 18 mm de largo por 6,5 mm de ancho. Apice no conservado, base cuneada, margen entero, textura coriácea.

Venación pinnada camptódroma. Vena primaria moderada, notoriamente más gruesa hacia la base, de recorrido derecho, levemente curvado hacia la base. Venas secundarias naciendo en ángulo agudo moderado, casi uniforme, delgadas, de recorrido derecho, unidas por una vena intramarginal tan delgada como las secundarias. Venas intersecundarias presentes, pero poco discernibles. Venación de orden mayor poco visible.

Material estudiado: Matanzas: SGO Pb 1032.

Discusión: La venación es típica de la familia. Entre las especies actuales recuerda particularmente a *M. alpigena* (APDC) Landrum, del sur de Brasil.

*Myrceugenia* sp. 2 (Lám.3, fig. 5).

Descripción: Hoja asimétrica, elíptica, de 35 mm de largo por 18 mm de ancho. Apice no conservado, aparentemente acuminado. Base no conservada, aparentemente cuneada. Margen entero. Glándulas laminares.

Venación pinnada camptódroma. Vena primaria de grosor moderado y recorrido derecho, curvada hacia el ápice. Venas secundarias, alrededor de 10 pares alternos, originándose en ángulo agudo ancho, de grosor moderado y recorrido derecho, unidas por una vena intramarginal. La vena intramarginal hace pequeñas escotaduras a nivel de las secundarias y de las intersecundarias. Venas intersecundarias ramificadas admedialmente más de una vez. Venación última marginal ojalada.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1034 (a).

Discusión: Comparamos esta especie a la actual *Myrceugenia exsucca* (DC) Berg.

*Myrceugenia* sp. 3 (Lám. 3, fig. 4).

Descripción: Hoja asimétrica, ovada, de  $\pm 25$  mm de largo por 14 mm de ancho. Apice no conservado, base redondeada, margen entero. Venación pinnada camptódroma. Vena primaria de grosor moderado y recorrido suavemente curvado. Venas secundarias más de 12 pares, opuestas hacia la base, alternas hacia el centro, originándose en ángulo recto o casi recto, de grosor moderado y recorrido derecho, unidas por una vena intramarginal. Intramarginal con leves escotaduras a nivel de las secundarias. Venas intersecundarias ramificadas tanto admedial como exmedialmente. Venación última marginal ojalada.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1015 (a).

Discusión: Difiere de la especie precedente en el número de venas secundarias, en el ángulo de origen de éstas, en la base y forma general.

*Myrceugenia* sp. 4 (Lám. 3, fig. 3).

Descripción: Hoja ovada, asimétrica, de alrededor de 20 mm de largo por 8-10 mm de ancho máximo. Apice corta o largamente acuminado, base no conservada. Margen entero. Glándulas laminares.

Venación pinnada camptódroma. Vena primaria de grosor moderado y recorrido suavemente sigmoideo. Venas secundarias, alrededor de 10 pares, originándose en ángulo agudo moderado hacia la base y agudo ancho hacia el ápice, ángulos notablemente diferentes a la misma altura en cada hemilámina, delgadas, de recorrido recto, unidas todas ellas por

una intramarginal. Venas intersecundarias ramificadas, algunas admedialmente otras exmedialmente, algunas de sus ramificaciones uniéndose a las secundarias adyacentes. Entre la intramarginal y el borde se encuentran esporádicas venas.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1020 - 1080 (b).

Discusión: Esta forma recuerda a la actual *Myrceugenia obtusa* (DC) Berg.

cfr. *Myrcia* sp. (Lám. 3, fig. 6).

Descripción: Hoja oblonga, levemente asimétrica, de alrededor de 40 mm de largo por 16 mm de ancho. Apice obtuso, base no conservada, margen entero.

Venación pinnada camptódroma, poco notable. Vena primaria de grosor débil y recorrido derecho no ramificado. Venas secundarias numerosas, más de 18 pares opuestos, originándose en ángulo agudo de  $\pm 65^\circ$ , capilares, de recorrido derecho, unidas por una vena intramarginal de recorrido sinuoso con leves escotes a nivel de las secundarias. Intersecundarias ramificadas admedial o exmedialmente. Venación última marginal poco visible, aparentemente ojalada.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1055 (b) (cfr) - 1081 (cfr) - 1097 (b) (cfr)

Discusión: Comparamos este material con la actual *Myrcia bombicina* Kiaersk.

### Familia Melastomataceae

*Melastomophyllum* sp. (Lám. 3, fig. 10).

Descripción: Hoja oblonga loriforme, falcada, asimétrica, un margen recto el otro convexo, de  $\pm 105$  mm de largo por 15 mm de ancho máximo. Apice acuminado. Base no conservada, aparentemente aguda. Margen entero. Textura cartacea.

Venación acródroma de desarrollo perfecto. Una vena media algo más desarrollada que el resto y cuatro laterales, dos a cada lado, subparalelas a la vena media; las venas laterales se originan en la base foliar, la más externa corre a 1-2 mm del margen, la más interna a 3-4 mm de la vena media; las cinco venas principales convergen en el acumen. Todas estas venas son no ramificadas. La vena media es de recorrido derecho, las otras cuatro leve y uniformemente curvadas. Venas terciarias percurrentes ramificadas, corriendo entre las cinco principales, de las cuales se originan en ángulo agudo u obtuso y forman un reticulado ortogonal, de lúmenes amplios (2-3 mm), con sus ramificaciones y las principales.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1054 (a) - 1125.

Discusión: Especies actuales de varios géneros de Melastomataceae coinciden con la forma fósil en la arquitectura de la venación y/o el peculiar ápice foliar: *Miconia* (vgr. *M. laevigata* DC), *Meriania* (vgr. *M. glabra* Triana), *Leandra* (vgr. *L. amplexicaulis* DC, *L. pulchra* Cogn., *L. carbinervis* Cogn), *Ossaea* (vgr. *O. micrantha* Mart.), *Conostegia* (vgr. *C. lanceolata* Cogn). No hemos encontrado, sin embargo, ninguna especie que reproduzca la forma del material terciario. *Cocculus laurifolius* DC, Menispermaceae actual, se le parece en la forma, pero sólo presenta dos venas laterales.

### Familia Malpighiaceae

?*Malpighiaceae* (Lám. 1, fig. 24).

Descripción: Hoja aparentemente ovado-lanceolada,  $\pm 65$  mm de largo por 23 mm de ancho máximo. Apice cortamente acuminado, base no conservada, margen entero, textura coriacea.

Venación pinnada camptódroma broquidódroma. Vena primaria fuerte, de recorrido derecho no ramificado. Venas secundarias originándose en ángulo agudo moderado, aunque éste varía irregularmente, de grosor moderado y recorrido derecho a uniformemente curvado, aunque la curvatura es leve. Ramificaciones que forman ojales uniéndose a secundarias superadyacentes en ángulo recto, hacia el ápice el ángulo se hace obtuso. Venas intersecundarias compuestas, algunas simples. Venas terciarias nacen en ángulo recto-recto y son percurrentes, bifurcadas, predominantemente alternas. Venación última marginal ojalada.

Venación de orden mayor no visible.

Material estudiado: Goterones SGO Pb 1007 (c) - SGO Pb 1063 (a) (cfr).

Discusión: El ejemplar se encuentra muy mal conservado, sin embargo la nervadura es tan notable que hemos preferido incluirlo. La asignamos tentativamente a la familia Malpighiaceae por la arquitectura de la nervadura y su notable semejanza con *Bunchosia missionum* Eskuche (1990) de Misiones, Argentina.

#### Familia Loganiaceae

cfr. *Desfontainia* sp. (Lám. 3, fig. 8 y 9).

Descripción: Sólo disponemos de un pequeño fragmento de una hemilámina. El margen es dentado (¿espinoso?), los dientes vecinos separados entre sí por una distancia de 10 mm. La venación es pinnada craspedódroma. La vena media es de grosor moderado. Las venas secundarias son delgadas, se originan en ángulo agudo ancho a casi recto, de recorrido derecho y penetran directamente al diente por su parte central. Intersecundarias originándose en ángulo recto o casi, de recorrido uniforme y suavemente curvado, curvatura que se aumenta cerca del borde, para correr, en seguida, paralela a éste. Algunas intersecundarias se bifurcan. Venas terciarias originándose en ángulo recto-recto, mayoritariamente.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1005 (b).

Discusión: A pesar de que se trata sólo de un fragmento de no más de 20 mm de largo, caracteres propios de la hoja de la actual *Desfontainia spinosa* son reconocibles en él.

#### Familia Gesneriaceae

cfr. *Mitraria* sp. (Lám. 3, fig. 7).

Descripción: Hoja elíptica de 10 mm de largo por 6 mm de ancho. Apice no conservado, base ampliamente redondeada. Margen serrado, con 5-6 pares de dientes; dientes simples, espaciados regularmente, convexo-rectos, ángulo apical del diente agudo; senos angulares.

Venación pinnada camptódroma. Vena primaria de grosor moderado y recorrido derecho. Venas secundarias alrededor de 5 pares, alternos a subopuestos hacia la base, opuestos hacia el ápice, de grosor moderado y curvados uniformemente. Las venas secundarias llegan al seno, enviando una rama al diente. Venas intersecundarias escasas, simples, uniéndose a la secundaria cerca del seno. Venación de orden mayor no visible.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1037 (a).

Discusión: La hoja recuerda a *Mitraria coccinea* Cav., especie actual del centro-sur y sur chilenos, tanto en la venación como en la serradura, aunque es de menor tamaño.

#### Afinidad desconocida

*Phyllites* sp. 1 (Lám. 3, fig. 12).

Descripción: Hoja ovada de  $\pm$  35-40 mm de largo por 14 mm de ancho. Base cuneada, ápice no conservado, borde aserrado.

Venación pinnada craspedódroma. Vena media de grosor moderado y recorrido derecho no ramificado. Venas secundarias alternas o subopuestas, alrededor de 8 pares, originándose en ángulo agudo moderado. Venas terciarias originándose en ángulo recto a ambos lados de las secundarias y de la vena media; forman un retículo alargado, cerrado por otra terciaria que se origina en la vena media y corre paralela a las secundarias. Areolas poligonales, principalmente cuadrangulares y pentagonales. Vénulas poco definibles.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1037 (d y f).

Discusión: Podría tratarse de otra especie de *Nothofagus*, pero no tenemos ejemplares que permitan asegurarlo, a pesar de la abundancia de fragmentos.

*Phyllites* sp. 2 (Lám. 3, fig. 13).

Descripción: Fragmento de hoja (¿folíolo?) en que se conservan 20 mm de largo por



12 mm de ancho, de margen aserrado, dientes recto-recto de desarrollo variable y ápice romo, senos redondeados.

Venación pinnada. Vena media de grosor moderado y recorrido derecho. Venas secundarias subopuestas hacia la parte basal, luego alternas y opuestas hacia el ápice, originándose en ángulo casi recto a agudo ancho, de recorrido uniformemente curvado. Estas venas llegan al borde a la altura del seno, desde donde envían una corta rama basiscópica hacia el ápice del diente, mientras la rama principal continúa junto al borde hasta el diente superadyacente, allí se une a la rama basiscópica de la secundaria superadyacente. Algunas secundarias se ramifican a los 2/3 de su recorrido, produciendo una rama basiscópica que nace en ángulo casi recto y luego se curva en forma acroscópica, para terminar uniéndose a la rama que corre junto al borde. Venas terciarias originándose en ángulo recto-recto, percurrentes, de recorrido simple o bifurcado, sinuoso, opuestas o subopuestas. Areolas bien desarrolladas, tetra a pentagonales, de tamaño irregular.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1052.

Discusión: A pesar que se trata sólo de un fragmento, hemos preferido incluir esta forma por lo conspicuo y característico de la venación. Un tipo similar de venación y borde se encuentra en algunos ejemplares de *Caldcluvia paniculata* (Cav.) D. Don, Cunoniaceae actual.

*Phyllites* sp. 3 (Lám. 3, fig. 11).

Descripción: Hoja elíptica, de  $\pm$  30-35 mm de largo y 9 mm de ancho máximo. Base cuneada, margen entero, ápice no conservado.

Venación pinnada camptódroma. Vena media de grosor moderado, derecha no ramificada. Venas secundarias basales naciendo en ángulo agudo angosto, hacia el centro y el ápice en ángulo agudo moderado, delgadas. El primer par uniformemente curvado y transformándose en una especie de intramarginal, el resto derechas. Intersecundarias sinuosas, algunas ramificadas admedialmente. Terciarias naciendo en ángulo recto desde las secundarias, enfrentando a la terciaria exmedial de la secundaria superadyacente, separadas por la intersecundaria; desde la vena media se originan en ángulo recto o agudo ancho. Venación última marginal ojalada.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1035 (a).

Discusión: Por la venación, podría tratarse de una Myrtaceae.

*Phyllites* sp. 4 (Lám. 3, fig. 14).

Descripción: Fragmento de hoja aparentemente elíptica, de 25 mm de ancho máximo. Base aparentemente obtusa, margen entero, ápice no conservado.

Venación pinnada camptódroma broquidódroma. Vena media fuerte, recta. Venas secundarias originándose en ángulo agudo ancho hacia la base y agudo moderado hacia el medio, de recorrido uniformemente curvado; las que forman ojales se unen a las superadyacentes en ángulo recto. Venas terciarias originándose en ángulo recto, percurrentes, zigzagueantes, atravesando una intersecundaria compuesta. Venas cuaternarias naciendo en ángulo recto. Areolas triangulares a pentagonales.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1012 (g).

*Phyllites* sp. 5 (Lám. 2, fig. 7).

Descripción: Hoja de forma ovada angosta, 35-40 mm de largo por 17-20 mm de ancho. Apice y base no conservados. Margen entero, textura coriácea.

Venación pinnada camptódroma broquidódroma. Vena primaria de tamaño moderado y recorrido derecho no ramificado. Venas secundarias, alrededor de 8 pares, divergiendo en ángulo agudo moderado, ángulo de divergencia casi uniforme, los dos primeros pares en ángulo más agudo, de grosor moderado; recorrido recto, pero abruptamente curvado al acercarse al margen, excepto los dos primeros pares que son uniformemente curvados; al

curvarse la vena se une a la secundaria superadyacente en ángulo variable, de agudo a obtuso, originando así ojales alargados, de lados paralelos. Venas intersecundarias simples en el sector admedial, compuestas hacia el extremo exmedial. Venas terciarias originándose en ángulo recto-recto, alternas, con un modelo reticulado ortogonal, uniendo las venas secundarias con las intersecundarias. Venación última marginal ojalada. Areolas bien desarrolladas, pentagonales, de tamaño mediano, dispuestas al azar. Vénulas bifurcadas.

Material estudiado: Matanzas: SGO Pb 1024.

Discusión: Aunque la venación es muy notable, no hemos podido referir este ejemplar a una familia natural.

### Clase Liliopsida

### Familia Dioscoreaceae

#### *Dioscorea* sp. 1 (Lám. 3, fig. 19).

Descripción: Hoja de forma ovada, simétrica. Apice no conservado, base cordada, margen entero, textura membranacea.

Venación campilódroma. Desde la base nacen 4 venas junto a la vena media, 2 a cada lado, las cuales se recurvan suavemente hacia la base para luego dirigirse al ápice describiendo un amplio arco. Cada vena del par más basal produce, muy cerca de su origen, dos ramificaciones exmediales que nacen casi juntas y que describen arcos abiertos. Vena primaria moderada, más gruesa en la base y adelgazando progresiva y marcadamente hacia el ápice, recorrido derecho. El par más basal de secundarias nace en ángulo recto, el segundo par lo hace en ángulo agudo angosto hacia un lado, en ángulo agudo moderado su opuesto. Venas terciarias opuestas, naciendo en ángulo recto o casi recto hacia ambos lados en las secundarias; en ángulo agudo moderado desde la primaria; éstas se ramifican exmedialmente bifurcándose.

Material estudiado: Goterones: SGO Pb 1004.

#### *Dioscorea* sp. 2 (Lám. 3, fig. 20).

Descripción: Hoja de forma lanceolada, falcada. Apice y base no conservados, el primero parece ser agudo y la segunda auriculada. La base se ensancha abruptamente y desde allí el ancho de la hoja disminuye paulatina, pero constantemente, de modo que la forma es casi triangular curvada. El pecíolo se inserta por debajo de la lámina, aparentemente en ángulo recto o casi, esto queda evidenciado por una marca circular cóncava en la cara adaxial.

Desde la concavidad de la inserción del pecíolo nacen una vena media recta, que llega al ápice sin ramificarse, y otras seis venas algo menores en tamaño, tres a cada lado de la vena media; de éstas, el primer par corre paralelo a la base y luego se desintegra, el segundo par nace en ángulo de  $\pm 75^\circ$  y cerca del borde se curva acrosopicamente para luego desintegrarse, el tercer par nace en ángulo de  $45^\circ$ , describe un arco que, cerca del borde, se curva abruptamente y luego corre paralelo al margen hasta el ápice. Entre la vena media y estas últimas corren venas terciarias que nacen en ángulo agudo, hacia la base, o recto, hacia el centro y ápice, estas venas se bifurcan, ya sea admedialmente ya exmedialmente. Otras venas terciarias corren entre la vena media y la paralela al margen; son sinuosas y van uniendo y atravesando las terciarias anteriormente descritas.

Material estudiado: Boca Pupuya: SGO Pb 1027 (b).

Discusión: Por la forma y la venación, esta especie se compara bien con *D. pedicellata* Phil. y con *D. heterophylla* Poepp., particularmente con esta última; ambas especies actuales son chilenas.

## ANALISIS Y DISCUSION

## 1. El carácter de la paleoflora del yacimiento de Matanzas-Goterones.

En este conjunto destaca una importante representación de *Nothofagus* (entre los cuales, perennifolios), Podocarpaceae, Myrtaceae y Cunoniaceae. Es interesante también señalar la presencia de *Mitraria*, *Araucaria* y Melastomataceae, así como la escasez de Lauraceae.

La formación vegetacional corresponde, indudablemente, a un bosque húmedo. Lo primero porque, salvo por pocas especies, los componentes recuperados corresponden a elementos arbóreos. Lo segundo por el elevado número de especies de Pterophyta, así como de Myrtaceae.

Hay en este conjunto algunas semejanzas florísticas con la actual vegetación valdiviana. No es posible identificar con un tipo particular de formación vegetacional de la flora actual en esa región, sino más bien con una mezcla de bosques caducifolios de Fagaceae y bosques laurifolios. Estos tipos vegetacionales se desarrollan en áreas en que las medias de temperatura alcanzan a alrededor de 15°C, en verano, y alrededor de 2°C, en invierno, con precipitaciones de 1.500 mm o más y, prácticamente, sin estación seca.

Sin embargo, la presencia de una especie de Melastomataceae, familia actualmente tropical, con una importante presencia en el sur de Brasil y la vertiente oriental de Los Andes peruanos, resulta incoherente en esta comparación. Por otro lado, *Nothofagus* es el único taxon que, aferrándose a la interpretación tradicional, avalaría tal comparación, toda vez que las Myrtaceae y las Cunoniaceae, por ejemplo, no son incompatibles con un clima más cálido.

Asimismo, el porcentaje de hojas enteras en este conjunto, 50%, es cercano al de los yacimientos de Río Turbio y de isla Seymour, ambas consideradas paleofloras mixtas con *Nothofagus* (Romero 1986), en que tal parámetro alcanza un valor de 42%.

La información provista por los invertebrados marinos fósiles para la parte inferior de la formación Navidad (Covacevich y Frassinetti 1980, Frassinetti y Covacevich 1981 a y b) indica un ambiente esencialmente subtropical; dicha fauna contiene géneros que actualmente no prosperan en las costas de Chile central, sino que se distribuyen en mares tropicales y subtropicales (vgr. *Architectonica*, *Cypraea*, *Ficus*, *Heliacus*, etc.). Estos mismos autores (Covacevich y Frassinetti 1986), al estudiar el género *Cancellaria*, Mollusca, infieren que si bien estos depósitos se produjeron en aguas más cálidas que las actuales a la misma latitud, éstas eran más templadas que tropicales.

Junto a las improntas foliares, en la misma muestra incluso, se colectó invertebrados fósiles de los géneros *Flabellum* (Corales), *Pinna* (Mollusca) y *Schizaster* (Echinoidea), los que, infortunadamente, no proveen información inequívoca acerca de las condiciones ambientales, excepto en el sentido que el ambiente de depósito era marino litoral.

Con tales antecedentes, nos inclinamos a pensar que el conjunto exhumado en estas capas representa bosques húmedos de clima templado en que convivían taxa cuyos representantes actuales crecen en clima templado-frío, taxa hoy en día templados y taxa relacionados a actuales subtropicales. Este ambiente representaría condiciones algo más cálidas que las actuales a la misma latitud. Se trata, entonces, de una flora mixta con predominio de especies del género *Nothofagus*.

## 2. El carácter de la paleoflora del yacimiento Boca Pupuya.

El conjunto paleoflorístico exhumado en este punto se caracteriza por la importante presencia de la familia Lauraceae, incluyendo especies de géneros actualmente subtropicales (*Phoebe*, *Ocotea*), por el alto porcentaje de hojas de borde entero (85,71%), así como por la presencia de una sola especie de *Nothofagus*. Todo ello indica que se trata de una paleoflora



de tipo mixto, en el sentido de Romero (1986), pero con predominio neto de especies relacionadas a taxa de distribución actual subtropical. Al igual que el conjunto anterior, y por las mismas razones, pensamos que representa un bosque húmedo.

Dado que estos niveles se han depositado en una paleocuenca marina, es indudable que las hojas allí fosilizadas son un aporte terrígeno alóctono; así lo indica también la gran cantidad de fragmentos foliares que se encuentran. La presencia de restos de *Equisetum* indica la proximidad de una cuenca o curso de agua. Por ello, este conjunto puede representar una o varias asociaciones vegetales.

Bosques de pocas, o sólo una, especies de *Nothofagus* asociadas a especies de hojas grandes y borde entero, laurifolias, existen actualmente en la cordillera de la costa de Chile central (bosques de *N. glauca* (Phil.) Krasser o de *N. alessandri* Espinosa). Cada una de estas especies forma bosques con presencia de *Persea lingue* (R. et. Pav.) Nees ex Kapp, *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser y, en sus márgenes, *Gomortega keule* (Mol.) Baillon o *Aextoxicon punctatum* R. et. Pav., y *Senna*, *Dioscorea*, *Boquila* y *Berberis* en el sotobosque. Como vegetación azonal, en las quebradas, aparecen bosques higrófilos con abundancia de Myrtaceae y *Drymis winteri* Forst., incluyendo *Desfontainia spinosa* R. et. Pav., y ricos en Pterophyta. Sin embargo, nunca en ellos se encuentra tal diversidad de Lauraceae, ni menos especies de los géneros *Ocotea* o *Phoebe*, los cuales son típicos de selvas de latitudes más boreales y cálidas. Las condiciones en que prospera este tipo de bosque, en la cordillera de la costa de la VII Región de Chile, corresponden a un clima de tendencia mediterránea subhúmedo, por la influencia oceánica, con veranos secos y calurosos e inviernos fríos y lluviosos, con 774 mm de precipitación anual, temperatura mínima media de 8,6°C y máxima media de 19°C.

También carecen estos bosques actuales de especies del género *Araucaria*, de las que un ejemplar aparece en el conjunto fósil. Si bien *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch se asocia con especies de *Nothofagus* perennifolios (*N. dombeyi* (Mirb.) Oerst.) y caducifolios (*N. pumilio* (Poepp. et. Endl.) Krasser y *N. antarctica* (G. Forst.) Oerst.), las improntas fósiles de *Nothofagus* de este yacimiento no corresponden al tipo foliar de estas especies mencionadas. Por otro lado, estos bosques actuales con *Araucaria* no exhiben una particular riqueza de hojas lauriformes. En el habitat andino de estos bosques de *Araucaria* las precipitaciones sobrepasan los 2.000 mm anuales y las temperaturas medias en Julio alcanzan a 1,8°C y a 15,2°C en enero, con frecuentes nevadas. En el sur de Brasil, *A. angustifolia* (Bert.) O. Kze. crece con clima húmedo y temperaturas medias de entre 13°C y 16°C, con eventuales nevadas en invierno, acompañada de Podocarpaceae, *Drymis*, *Ilex*, Myrtaceae y Lauraceae, con ocasionales invasiones de especies de *Ocotea*. En Nueva Caledonia, donde se concentra el 68,5% de las especies de *Araucaria* conocidas, éstas crecen con Lauraceae, Cunoniaceae y Myrtaceae (particularmente Leptospermoideae), en clima húmedo con precipitaciones medias de 1.000 mm o más anuales y temperaturas medias de alrededor de 20°C a 400 msnm. Los géneros de Lauraceae y Myrtaceae que se encuentran allí no corresponden, sin embargo, a lo encontrado fósil. Los *Nothofagus* caledonianos, por su parte, producen polen del tipo *brassii*, aspecto que no conocemos en la especie de *Nothofagus* encontrada en Boca Pupuya.

Las Cunoniaceae, por otro lado, se asocian en Chile a los bosques de *Nothofagus* desde el río Maule al sur. En la provincia de las Yungas, *Weinmannia* crece acompañada de especies tropicales asociadas a la provincia amazónica, entre éstas *Ocotea* y *Phoebe*, apareciendo también Myrtaceae, en una selva húmeda nublada.

Del análisis anterior se desprende, pensamos, que ninguna de estas situaciones es comparable estrictamente a aquella representada por el conjunto fósil, pues las coincidencias con cada uno de los conjuntos actuales mencionados son sólo parciales. Por ello, concluimos que se trata más bien de una situación no representada en la actualidad.

Una hipótesis alternativa es suponer que *Nothofagus* constituía la vegetación zonal, en

tanto las especies más cálidas y húmedas ocupaban fondos de quebradas, en condiciones similares a lo que ocurre actualmente en la región del Maule.

En cualquiera de los dos casos, pensamos que si tomamos como eje de referencia los actuales bosques de *Nothofagus* de la cordillera de la costa de la región del Maule, en Chile central, ya citados, debemos suponer un clima más cálido que el actual en esa zona para hacer coherente la presencia de las especies de ambientes más cálido, pero además más húmedo que los actuales para dar cuenta de la riqueza de Pterophyta y Myrtaceae, así como de la presencia de Cunoniaceae, *Desfontainia* y *Ovidia*. Estas condiciones serían también compatibles con la presencia de *Araucaria*, si la forma fósil exhibía un comportamiento ecológico parecido al de *A. angustifolia* en Brasil. Esta explicación no excluye la posibilidad que el conjunto represente efectivamente más de una asociación florística. Este modelo es coherente con las condiciones paleoclimáticas imperantes al tiempo de depósito del miembro Navidad, planteadas por Martínez-Pardo (1990), las que corresponderían a un evento de calentamiento.

Esto, indudablemente, lo mismo que la paleoflora de Goterones-Matanzas, crea una incongruencia con la tradicional interpretación de *Nothofagus* como género de clima templado-frío. Efectivamente, creemos que tal interpretación es reduccionista y no toma en cuenta los *Nothofagus* de Nueva Guinea y Nueva Caledonia e islas adyacentes. En Nueva Caledonia, por ejemplo, éstos se hallan entre 19°S y 23°S de latitud y a menos de 200 msnm, con mayores temperaturas y precipitaciones que en Chile central occidental actual. Nos parece lícito pensar que los *Nothofagus* que poblaban el área en cuestión en ese tiempo pudiesen estar relacionados a los actuales de Nueva Guinea-Nueva Caledonia más que a los que pueblan actualmente Sudamérica. La otra explicación posible es que se tratase, por el contrario, de especies relacionadas a estos últimos, posteriormente eliminados al hacerse el clima más seco y menos cálido, en cuyo caso debe suponerse una ampliación en el rango de comportamiento ecológico para este grupo en el pasado. Puesto que los *Nothofagus* actuales de Nueva Guinea-Nueva Caledonia presentan polen tipo *brassii*, tipo que está ausente hoy en día entre las especies sudamericanas, la posibilidad de refutabilidad de estas hipótesis reside en el análisis paleopalinológico de los sedimentos portadores; lamentablemente, a pesar de haber tratado un número considerable de muestras, no hemos tenido éxito en recuperar polen fósil para ello. Esto es tanto más complejo en cuanto en otras localidades chilenas se ha recuperado polen de los tres tipos polínicos de *Nothofagus*.

### 3. Evolución de la vegetación y flora en el área de Matanzas durante el depósito del miembro Navidad.

Al considerar ambas tafofloras simultáneamente, en una perspectiva dinámica y en la consideración que, si bien ambos yacimientos corresponden a la misma formación y también al mismo evento (*sensu* Martínez-Pardo, 1990), aquel de Boca Pupuya es posterior en el tiempo al de Goterones-Matanzas, es dable establecer que en el lapso que implican ambos yacimientos no hubo un cambio fundamental respecto de las formas biológicas dominantes. Así, a una formación boscosa sucede otra formación boscosa, lo cual implica que el ambiente debe haber sido tal como para soportar este tipo de vegetación.

Los cambios más drásticos ocurren, en cambio, a nivel de la flora. En efecto, en el lapso representado por ambos conjuntos paleoflorísticos asistimos al reemplazo de una flora mixta con predominio de *Nothofagus* por una flora mixta con una sola especie de *Nothofagus* y una importante representación de laurifolias. Este cambio está obviamente marcado por la drástica reducción en la diversidad de especies del género *Nothofagus* y de las Podocarpaceae.

No creemos que esta declinación esté ligada directamente a la situación reducida del género en el área actualmente; ello porque en laguna de Tagua-tagua (34°30'S - 71°10'W)

*Nothofagus*, tanto caducifolios como perennifolios, están representados en forma importante en perfiles polínicos de 45.000 a  $\pm$  11.000 años atrás (Heusser 1983) (donde también están representadas las Podocarpaceae). Pensamos que este evento marca una declinación de los *Nothofagus* que poblaron el área durante el Mioceno.

Por otro lado, el descubrimiento de este reemplazo florístico plantea una serie de interrogantes: ¿dónde estaban las laurifolias que reemplazaron a la flora de Goterones si en el Mioceno la cordillera ya presentaba una elevación suficiente para impedir o, al menos, dificultar, las migraciones desde el este o noreste? o, ¿la cordillera no era barrera suficiente para impedir estas migraciones? En el primer caso, es preciso suponer que sus ancestros ya estaban en el territorio cisandino, probablemente relacionados estos ancestros a la paleoflora neotropical del Paleoceno-Eoceno. En el segundo caso, es necesario suponer inmigraciones de los ancestros de estos elementos desde el noreste. El evento tectónico más importante relacionado con el levantamiento de Los Andes, en el lapso temporal representado por la formación Navidad, tiene lugar, de acuerdo a Martínez-Pardo (1990), sólo a fines del depósito de esta formación ( $\pm$  10 millones de años atrás; fase Quechua 2).

En cuanto a los *Nothofagus* y especies relacionadas a la flora australiana, Tanai (1986) supone para los primeros un avance de sur a norte, criterio que compartimos y ampliamos para los segundos.

De cualquier modo, el cambio florístico es en el sentido de una flora templada a una templado-cálida o cálida.

Para el lapso involucrado por ambas paleofloras, Martínez-Pardo (1990) plantea, sobre la base de asociaciones de Foraminíferos planctónicos, un evento de calentamiento constante, lo cual es concordante con lo planteado por Graham (1987: 1526) para altas y bajas latitudes y con las condiciones de temperatura inferidas por Zinsmeister (1978) para el Mioceno de la costa chilena. Si esto es así, el cambio aquí detectado representaría sólo un cambio menor y episódico de las paleotemperaturas, consistente en una acentuación del carácter cálido a partir de una situación menos cálida; pequeño pero suficiente para producir el cambio florístico señalado. El mismo autor cita referencias a un evento global menor de enfriamiento, el cual tuvo lugar entre 14,5 y 12 millones de años atrás, evento que él no registra en Chile-Perú; sin embargo, éste se situaría en la parte más alta del lapso en cuestión. Una tercera alternativa, que nos parece la más plausible, es que el yacimiento Goterones-Matanzas se ubique al comienzo del evento, en la etapa de calentamiento creciente, y el de Boca Pupuya en pleno evento.

#### 4. Relaciones florísticas de las tafofloras del área de Matanzas con floras actuales.

La actual flora del área corresponde a la provincia chilena central de Cabrera y Willink (1980). De los 26 géneros de Pinophyta y Magnoliophyta determinados en el conjunto fósil en este trabajo, sólo 6 subsisten en la región: *Persea*, *Berberis*, *Senna*, *Dioscorea*, *Myrceugenia* y *Nothofagus*, este último reducido a las altas cumbres montañosas. De ello debe inferirse que en el lapso comprendido entre el depósito de estos estratos y el actual numerosas extinciones distribucionales, a nivel de género, han ocurrido en el área. Consecuentemente, también ha tenido lugar una importante inmigración. Tales extinciones distribucionales son particularmente importantes respecto de las Podocarpaceae, los *Nothofagus*, Cunoniaceae, *Ovidia* y *Araucaria*, todos los cuales tienen áreas de distribución más australes, en habitats más fríos y húmedos; también lo son para las Lauraceae (*Phoebe*) y Melastomataceae, distribuidas actualmente en áreas subtropicales, más cálidas y húmedas que aquella de Matanzas.

Es interesante la presencia fósil de Leptospermoideae, cuya área de distribución actual



es Australia, pero representadas por una especie, *Tepualia stipularis*, en Austrosudamérica. Esta especie, de fruto seco, testimonia, indudablemente, antiguas migraciones de elementos ancestrales de esta subfamilia entre Australia y Sudamérica. Pensamos que estos fósiles, ahora reportados, documentan tales migraciones del pasado y una mayor representatividad de la subfamilia en Sudamérica en otras épocas. Es de señalar que este no es el primer hallazgo de fósiles de esta subfamilia en Sudamérica; ya antes Frenguelli (1953) cita frutos que él asigna a *Eucalyptus* (pensamos que también podría referirse a otros géneros de la misma subfamilia) en el Eoceno del río Ñirihuau (Argentina); asimismo, es frecuente en el Paleoceno y Eoceno el hallazgo de polen referible a esta subfamilia.

También es destacable el hallazgo de una impronta que se ha referido a las Monimiaceae (*Doryphora* sp.), puesto que actualmente en el área se encuentra *Peumus boldus* Mol, especie de la misma familia.

Llama la atención la presencia de varios géneros: *Lophosoria*, *Araucaria*, *Podocarpus*, *Weinmannia*, *Mitraria* y *Desfontainia*, que actualmente exhiben un hiato distribucional en esta área, pues su presencia en el Mioceno de esta región contribuye a explicar tales distribuciones por vicarianza, documentando la existencia de ellos, en otros tiempos, en el área que hoy constituye el hiato, lo que permite postular una antigua área continua de distribución de estos taxa. Serán necesarios mayores estudios paleobotánicos en el área y en unidades más jóvenes para datar el origen del hiato distribucional, el que puede ser distinto para cada caso. En perfiles cuaternarios Heusser (1983), en laguna de Tagua Tagua (34°30'S - 71°10'W), informa de la presencia de polen de *Podocarpus* hasta alrededor de 6.000 años A.P.

La flora fósil del nivel inferior guarda relación con el distrito valdiviano de la provincia subantártica, del mismo esquema, relación mayor que la del nivel superior, lo que sugiere activas migraciones previas entre ambas áreas.

La flora fósil del nivel superior tiene relaciones florísticas con la flora actual de las provincias de las Yungas, Atlántica, Amazónica y Paranense del esquema de Cabrera y Willink (l.c.), lo que, sin dudas, refleja migraciones entre el sur brasileiro y la vertiente oriental de la cordillera de Los Andes y Chile central en épocas pretéritas. Pero también las tiene con la provincia subantártica, por *Nothofagus*, implicando además antiguas migraciones entre Chile sur y central.

## 5. Consideraciones bioestratigráficas.

Una primera consideración importante respecto del estudio de estas taflores es que éste constituye el primer reporte sistemático de conjuntos paleoflorísticos del Mioceno de Chile central y pequeño sur.

De otro lado, estos resultados ponen de manifiesto una nueva problemática referida a la datación de estratos sobre la base del carácter de la asociación paleoflorística. En efecto, el modelo más desarrollado sobre la evolución de la flora durante el Paleógeno es el de Romero (1986). Allí se plantea una secuencia temporal en que a una paleoflora de carácter neotropical sucede una paleoflora mixta sin *Nothofagus*, a ella una flora mixta con *Nothofagus* y a ésta la paleoflora antártica. En Chile sur, en la actualidad, persiste la flora antártica. En Chile central, en cambio, la situación ha sido diferente y hoy en día *Nothofagus*, que forma parte de la flora antártica, se halla claramente reducido, predominando bosque y matorral esclerófilo junto a la estepa con *Acacia caven* (Mol.) Mol. En el pasado, sin embargo, hubo momentos en que los elementos antárticos tuvieron una mayor importancia, como lo muestra la taflores de Matanzas-Goterones. Pues bien, este estudio ha puesto de manifiesto que en el Mioceno de Chile central occidental, tras el establecimiento allí de *Nothofagus*, que lo lleva a ser elemento conspicuo de la taflores Matanzas-Goterones, hay una posterior disminución de éste, observable en el yacimiento Boca Pupuya, resultando, entonces, en el reemplazo de

la paleoflora mixta con predominio de *Nothofagus* por una paleoflora mixta con pocos *Nothofagus*. Si, previo al establecimiento de la paleoflora mixta con *Nothofagus*, hubo una paleoflora mixta con pocos *Nothofagus*, como ocurre en el sur de Chile, se produce la situación que en esta región paleofloras mixtas con pocos *Nothofagus* se desarrollan dos veces en el tiempo, antes y después de la paleoflora mixta con predominio de *Nothofagus*. Ello hace que las dataciones que se realicen utilizando como criterio el carácter del conjunto paleoflorístico, en Chile central, deben ser hechas con grandes precauciones, pues la presencia de una paleoflora mixta con pocos, o sin, *Nothofagus* puede representar dos pisos diferentes.

Es muy probable, por supuesto, que ambas paleofloras mixtas con pocos o sin *Nothofagus*, en Chile central, difieran por la presencia/ausencia de otros elementos, lo que permitiría diferenciarlas y, de ese modo, favorecer la datación de estratos por medio de la paleomegaflores. Para ello es imprescindible el estudio de otros yacimientos que permitan, por un lado, verificar la existencia de una paleoflora mixta con pocos o sin *Nothofagus* previa a la paleoflora con predominio de *Nothofagus* y, por otro, caracterizar cada una de ellas.

#### LAMINA 1

1. *Equisetum* sp. SGO Pb 1003 (a). x 1.5.
2. *Ctenitis* sp. SGO Pb 1044 (a). x 1.5.
3. *Asplenium* sp. 1. SGO Pb 1030. x 1.5.
4. *Asplenium* sp.3. SGO Pb 1021 (a). x 1.5.
5. *Blechnum* sp. SGO Pb 1028. x 2.7
6. *Lophosoria* sp. SGO Pb 1047 x 1.5.
7. *Lophosoria* sp. SGO Pb 1047. Detalle.
8. *Filicites* sp. 1. SGO Pb 1044 (b). x 1.5.
9. *Filicites* sp. 2. SGO Pb 1025 (a). x 1.5.
10. *Asplenium* sp. 2. SGO Pb 1009. x. 1.5.
11. *Filicites* sp. 4. SGO Pb 1013 (d).
12. *Araucaria* sp. SGO Pb 1008. x 1.9.
13. *Podocarpus* sp. 1. SGO Pb 1049. x 1.5.
14. *Podocarpus* sp. 2. SGO Pb 1029.
15. *Saxegothopsis* sp. SGO Pb 1036 (b).
16. *Filicites* sp. 3. SGO Pb 1013 (a). x 1.5.
17. *Phoebe* sp. SGO Pb 1022 (a). x 1.5.
18. *Phoebe* sp. SGO Pb 1022 (a). Detalle.
19. *Laurophyllum* sp. 2. SGO Pb 1011 (c). x 1.
20. *Ocotea* sp. SGO Pb 1053 (a). x 1.
21. *Persea* sp. SGO Pb 1050 (a). x 1.
22. *Laurophyllum* sp. 1. SGO Pb 1042 (d). x 1.
23. *Doryphora* sp. SGO Pb 1055 (e). x 1.
24. ? *Malpighiaceae*. SGO Pb 1007 (c). x 1.
25. *Boquila* sp. SGO Pb 1043 (b). x 1.5.

## LAMINA 2

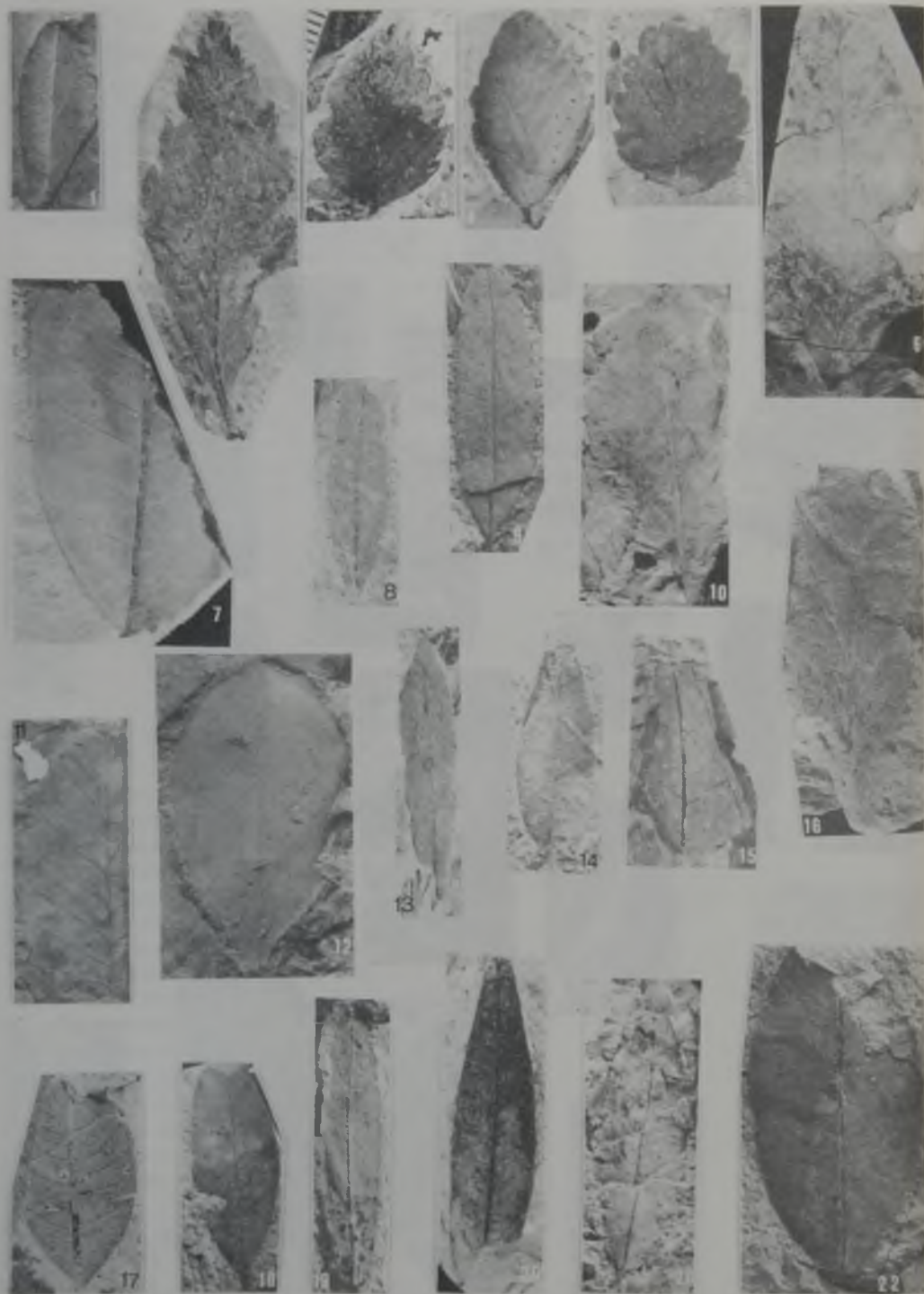
1. *Senna* sp. SGO Pb 1043 (c). x 1.5.
2. *Nothofagus* sp. 1. SGO Pb 1010 (a). x 2.
3. *Nothofagus gonzalezii*. SGO Pb 1048 (a). x 1.5.
4. *Nothofagus* sp. 2. SGO Pb 1018 (a). x 2.
5. *Nothofagus* sp. 3. SGO Pb 1033. x 2.
6. *Nothofagus* sp. 4. SGO Pb 1016 (a). x 1.8.
7. *Phyllites* sp. 5. SGO Pb 1024. x 2.
8. *Agonis* sp. SGO Pb 1006 (b). x 3.3.
9. *Cunoniaceae*. SGO Pb 1019 (a). x 1.5.
10. *Caldcluvia* sp. SGO Pb 1055 (d). x 1.
11. *Nothofagus* sp. 5. SGO Pb 1050 (n). x 1.
12. *Amomyrtus* sp. SGO Pb 1002 (a). x 2.
13. *Callistemon* sp. SGO Pb 1017 (a). x 1.
14. *Aulomyrcia* sp. 6. SGO Pb 1040. x 1.
15. *Aulomyrcia* sp. 6 (ápice). SGO Pb 1023 (b). x 2.
16. *Ovidia* sp. SGO Pb 1051 (a). x 1.9.
17. *Aulomyrcia* sp. 3. SGO Pb 1001 (a). x 2.
18. *Aulomyrcia* sp. 1. SGO Pb 1038. x 1.
19. *Aulomyrcia* sp. 7. SGO Pb 1050 (1). x 2.7.
20. *Aulomyrcia* sp. 4. SGO Pb 1046. x 2.
21. *Aulomyrcia* sp. 5. SGO Pb 1039 (b). x 2.
22. *Aulomyrcia* sp. 2. SGO Pb 1026. x 2.

## LAMINA 3

1. *Aulomyrcia* sp. 8. SGO Pb 1022 (b).
2. *Myrceugenia* sp. 1. SGO Pb 1032. x 2.
3. *Myrceugenia* sp. 4. SGO Pb 1020. x 1.5.
4. *Myrceugenia* sp. 3. SGO Pb 1015 (a). x 1.5.
5. *Myrceugenia* sp. 2. SGO Pb 1034 (a). x 1.5.
6. *Myrcia* sp. SGO Pb 1055 (b). x 1.5.
7. *Mitraria* sp. SGO Pb 1037 (a).
8. *Desfontainia* sp. SGO Pb 1005. x 2.
9. *Desfontainia* sp. SGO Pb 1005. Detalle.
10. *Melastomophyllum* sp. SGO Pb 1054 (a). x 1.
11. *Phyllites* sp. 3. SGO Pb 1035 (a). x 1.
12. *Phyllites* sp. 1. SGO Pb 1037 (d). x 1.
13. *Phyllites* sp. 2. SGO Pb 1052. x 1.5.
14. *Phyllites* sp. 4. SGO Pb 1012 (g). x 1.5.
15. *Berberis* sp. 3. SGO Pb 1014.
16. *Weinmannia* sp. SGO Pb 1019 (g). x 2.5.
17. *Berberis* sp. 2. SGO Pb 1045 (a).
18. *Berberis* sp. 1. SGO Pb 1041 (a). x 1.5.
19. *Dioscorea* sp. 1. SGO Pb 1004.
20. *Dioscorea* sp. 2. SGO Pb 1027 (b). x 1.9.







LAMINA 3





## AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su gratitud a Fondecyt, a la Red Latinoamericana de Botánica y a la Universidad de Talca que han financiado este trabajo. A los colegas Vladimir Covacevich, Daniel Frassinetti y María Cristina López, por su asesoría en la parte zoopaleontológica y geológica. A los ayudantes Rodrigo Villa y Luis Valladares, por su decisiva contribución en el trabajo de terreno. A los colegas José San Martín y Aldo Mesa, por sus sugerencias. A las colegas de la sección Botánica del Museo Nacional de Historia Natural, Melica Muñoz, Elizabeth Barrera e Inés Meza, por su valiosa ayuda en la revisión de colecciones de plantas actuales. A las secretarías, Srtas. Andrea Moreno y Alicia Castro, por su infinita paciencia para colaborar a la impresión del original. El Sr. Oscar León, del Museo Nacional de Historia Natural, es el autor de las fotografías.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CABRERA, A. L. y A. WILLINK

1980 Biogeografía de América Latina. Secretaría General, Organización de Estados Americanos. Washington D.C. Monografía N° 13. Serie de Biología. 2° Ed. 122 pp.

CARRASCO-AGUIRRE, A. y E. J. ROMERO

1982 Arquitectura foliar de las especies australianas y neozelandesas de *Nothofagus* (Fagaceae). Bol. Soc. Argentina Botánica 20 (3-4): 227-240.

CECIONI, G.

1978 Petroleum possibilities of the Darwin's Navidad Formation near Santiago, Chile. Publicación Ocasional N° 25. Museo Nacional Historia Natural. Santiago, Chile. 29 pp.

COVACEVICH, V. y D. FRASSINETTI

1980 El género *Ficus* en el Mioceno de Chile central con descripción de *F. gayana* sp. nov. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 37: 281-294.

COVACEVICH, V. y D. FRASSINETTI

1986 El género *Cancellaria* en el Mioceno de Chile, con descripción de cuatro especies nuevas (Gastropoda: Cancellariidae). Revista Geológica de Chile 28-29: 33-67.

CRONQUIST, A.

1981 An integrated system of classification of Flowering Plants. Columbia Univ. Press. New York. 1262 pp.

ESKUCHE, U.

1990 Una especie nueva de *Bunchosia* (Malpighiaceae). Folia Botánica et Geobotánica Correntesiana (Corrientes, Argentina): 1-5.

ETCHART, H.

1973 Geología del área San Enrique - Bucalemu. Provincia de Santiago. Memoria para optar al título de Geólogo. Univ. de Chile. Fac. Ciencias Físicas y Matemáticas, Depto. de Geología. 176 pp.

## FRASSINETTI, D. y V. COVACEVICH

- 1981a Architectonicidae en la Formación Navidad, Mioceno, Chile Central. Parte I. Heliacinae (Mollusca: Gastropoda).  
Revista Geológica de Chile 13-14: 35-47.

## FRASSINETTI, D. y V. COVACEVICH

- 1981b Architectonicidae en la Formación Navidad, Mioceno, Chile Central. Parte II. *Architectonica (Architectonica) nobilis karsteni* Rutsch 1934 (Mollusca: Gastropoda).  
Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 38: 147-154. 1 lám.

## GRAHAM, A.

- 1987 Tropical american tertiary floras and paleoenvironments: México, Costa Rica and Panamá. Amer. J. Bot. 74 (10): 1519-1531.

## FRENGUELLI, J.

- 1953 Restos del género *Eucalyptus* en el Mioceno del Neuquén.  
Notas Museo La Plata, Rep. Argentina, 16 (Paleontología 97): 209-213.

## HEUSSER, C.

- 1983 Quaternary pollen record from Laguna de Tagua Tagua, Chile.  
Science 219: 1429-1432.

## HICKEY, L. J.

- 1974 Clasificación de la arquitectura de las hojas de Dicotiledóneas.  
Bol. Soc. Argentina de Botánica 16 (1-2): 1-26.

## MARTINEZ-PARDO, R.

- 1990 Major Neogene events of the Southeastern Pacific: the Chilean and Peruvian record.  
Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 77: 263-278.

## ROMERO, E. J.

- 1980 Arquitectura foliar de las especies sudamericanas de *Nothofagus* BL.  
Bol. Soc. Argentina Botánica 19 (1-2): 289-308.

## ROMERO, E. J.

- 1986 Paleogene phytogeography and climatology of South America.  
Ann. Missouri Bot. Garden. 73: 449-461.

## ROMERO, E. J. y A. CARRASCO-AGUIRRE

- 1982 Arquitectura foliar de las especies de *Nothofagus* (Fagaceae) de Nueva Guinea y Nueva Caledonia.  
Bol. Soc. Argentina Botánica 21 (1-4): 213-245.

## ROMERO, E. J. y M. DIBBERN

- 1982 Arquitectura foliar de las especies de Myrtaceae de la provincia de Buenos Aires.  
Bol. Soc. Argentina Botánica 20 (3-4): 255-266.

TANAI, T.

- 1986 Phytogeographic and phylogenetic history of the genus *Nothofagus* Bl. (Fagaceae) in the southern hemisphere.  
Journ. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. 4, Vol. 21 (Nº 4): 505-582.

TAVERA, J.

- 1979 Estratigrafía y paleontología de la Formación Navidad, provincia de Colchagua, Chile (Lat. 30°50'-34°S).  
Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 36: 5-176. 21 láms., 8 planos.

TSUCHI, R., SHUTO, T., TAKAYAMA, T., KOIZUMI, I., FUJIYOSHI, A., IBARAKI, M. y R. MARTINEZ-PARDO

- 1990 Fundamental data on Cenozoic biostratigraphy of Chile. Suppl.  
Reports of Andean Studies, Shizuoka Univ. Spec. Vol. 3: 59-71.

ZINSMEISTER, W. J.

- 1978 Effect of formation of the west antarctic ice sheet on shallow-water marine faunas of Chile. Antarctic J. of the US 13 (4): 25-26.

Contribución recibida: 03.10.90; aceptada: 23.11.90.