

UCH-FC
MA5-B
H 663
C.1

**ESTUDIO PALEOBOTANICO DE DOS TAFOFLORES TERCIARIAS EN LA
PRECORDILLERA DE CHILE CENTRAL (LA DEHESA) E INFERENCIAS SOBRE LA
VEGETACION Y EL CLIMA TERCIARIO DE AUSTROSUDAMERICA**

TESIS

Entregada a la

Universidad de Chile

en cumplimiento parcial de los requisitos

para optar al grado de

Magister en Ciencias con mención en Biología

Facultad de Ciencias

por

Luis Felipe Hinojosa Opazo

Junio, 1996



Director de Tesis: Dra. Carolina Villagrán Moraga

FACULTAD DE CIENCIAS

UNIVERSIDAD DE CHILE

INFORME DE APROBACION

TESIS DE MAGISTER

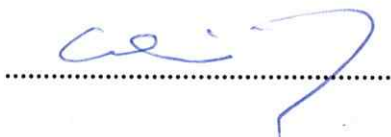
Se informa a la comisión de Postgrado de la Facultad de Ciencias que la Tesis de Magister Presentada por el candidato

Luis Felipe Hinojosa Opazo

Ha sido aprobada por la Comisión de Evaluación de la Tesis como requisito de tesis para optar al grado de Magister en Ciencias con mención en Biología, en el Examen de Defensa de Tesis rendido el día 22 de Abril 1996.

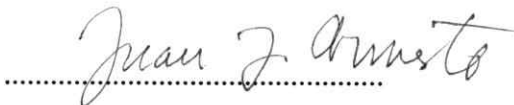
Director de Tesis:

Dra. Carolina Villagrán



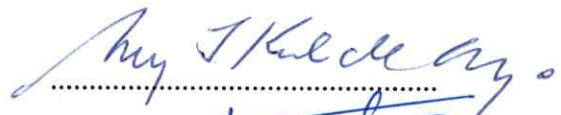
Co-Director de Tesis

Dr. Juan Armesto



Comisión de Evaluación de la Tesis

Dra. Mary Kalin de Arroyo



Dr. Alejandro Troncoso



Dr. Mario Vergara



Fe de erratas:

El Dr. Juan Armesto Z., no fue Co-Director de la Tesis. Sólo fue miembro de la Comisión Examinadora.

A mis queridos viejos y hermanos
por su amor y confianza en mi

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a mi maestra y amiga Dra. Carolina Villagrán por sus valiosos comentarios, ayuda y paciencia prestada en esta tesis y durante el desarrollo de mis estudios de postgrado.

A mis amigos Rodrigo Villa, Héctor Jimenez, Claudio Latorre, Juan Carlos Aravena, Cecilia Pérez y Susana Maldonado, por su ayuda en terreno, constante apoyo y especialmente su buen ánimo para soportar mi mal humor. A M^a Ines, que con su amor me permitió tener fuerzas para terminar.

A los Doctores Mario Vergara y Juan Armesto por los valiosos comentarios y sugerencias hechos durante todo el desarrollo de mi trabajo.

Un agradecimiento especial al Dr. Alejandro Troncoso (the great father Guarén), por haberme introducido al maravilloso mundo de la paleobotánica.

Al Dr. Edgardo Romero, Dra. M^a del Carmen Zamaló, Dra. Celina Fernández, Alicia Basilio, y Mariana Noetinger del laboratorio de Paleobotánica y Palinología de la Universidad de Buenos Aires por su buena predisposición, y recibimiento durante mi estadía en la Argentina. Al Dr. David Dilcher, de la Universidad de Florida, por sus comentarios en la identificación de los fósiles.

A los herbarios del Museo Bernardino Rivadavia e Instituto Darwinion, de Buenos Aires. A la Red Latinoamericana de Botánica por el otorgamiento de la beca de perfeccionamiento 94-P6, en Argentina. Al financiamiento de los proyectos FONDECYT 91-0844, y PG 089-94 del Depto. de Postgrado y Postítulo, Dirección Académica y Estudiantil de la Universidad de Chile.

INDICE DE MATERIAS

	página
Lista de Figuras	vi
Lista de Fotos	vi
Listas de Láminas	vii
Lista de Tablas	vii
Lista de Anexos	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	xi
INTRODUCCION	1
OBJETIVO GENERAL	12
Objetivos específicos	12
AREA DE ESTUDIO	13
METODOS	21
Determinación Taxonómica y Análisis Fitogeográfico	21
Análisis Fisionómico-Climático	23
Análisis de Afinidad Florística	29
RESULTADOS	31
Descripción Taxonómica de la Taoflora Cerro Las Aguilas	31
Carácter Fitogeográfico de la Taoflora Cerro Las Aguilas	49
Análisis Fisionómico-Climático de la Taoflora Cerro Las Aguilas	54
Relaciones Florísticas de la Taoflora Cerro Las Aguilas	56
Descripción Taxonómica de la Taoflora Cerro Los Litres	62
Carácter Fitogeográfico de la Taoflora Cerro Los Litres	85

Análisis Fisionómico-Climático de la Taoflora Cerro Los Litres	91
Relaciones Florísticas de la Taoflora Cerro Los Litres	93
DISCUSION	97
Taoflora Cerro Las Aguilas	98
Taoflora Cerro Los Litres	99
Las Taofloras de "La Dehesa" y el Paleoambiente del Terciario del sur de Sudamérica	103
Modelo Paleofitogeográfico del Terciario del sur de Sudamérica	116
CONCLUSIONES	120
BIBLIOGRAFIA	127

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Provincias fitogeográficas del sur de Sudamérica relacionadas con Chile Central	5
Figura 2:	Distribución de los elementos biogeográficos a lo largo de las regiones administrativas de Chile	6
Figura 3:	Taofloras Cretácico-Paleógenas de Sudamérica	9
Figura 4:	Area de estudio, sector La Dehesa, Precordillera de Santiago	14
Figura 5:	Perfil estratigráfico del sector La Dehesa	18
Figura 6:	Algunos caracteres morfológicos foliares utilizados en las descripciones morfológicas de las improntas fósiles	22
Figura 7:	Floras Terciarias de Austrosudamérica consultadas en este estudio	30
Figura 8:	Distribución de las improntas foliares de la taoflora Cerro Las Aguilas en las clases de tamaño de Raunkier	55
Figura 9:	Comparación de la taoflora Cerro Las Aguilas con las taofloras Cretácico-Terciario del sur de Sudamérica	59
Figura 10:	Dendrograma de afinidad florística de la taoflora Cerro Las Aguilas con otras taofloras terciarias de Sudamérica	61
Figura 11:	Distribución de las improntas foliares de la taoflora Cerro Los Litres en las clases de tamaño de Raunkier	92
Figura 12:	Comparación de la taoflora Cerro Los Litres con las taofloras terciarias del sur de Sudamérica	95
Figura 13:	Dendrograma de afinidad florística de la taoflora Cerro Los Litres con otras taofloras terciarias del sur de Sudamérica	96
Figura 14:	Evolución de las floras terciarias del sur de Sudamérica durante el Terciario	117

LISTA DE FOTOS

Foto 1:	Afloramiento Cerro Las Aguilas	15
Foto 2:	Afloramiento Cerro Los Litres	16

LISTA DE LAMINAS

Láminas I-II	Improntas foliares de la tafoflora Cerro Las Aguilas	143 145
Láminas III-IV	Improntas foliares de la tafoflora Cerro Los Litres	147 149

LISTA DE TABLAS

Tabla 1:	Clases de tamaño foliar y rangos de áreas foliares correspondientes, según Raunkier	24
Tabla 2:	Indice fisionómico para distintas zonas climáticas, según Dilcher (1973)	25
Tabla 3:	Indice fisionómico de las formaciones vegetales subtropicales del este de Sudamérica y su relación con el clima	26
Tabla 4:	Relación de los porcentajes de hojas con borde entero con las temperaturas, en distintos tipos de bosques, según Wolfe (1971)	27
Tabla 5:	Relación de los porcentajes de hojas con borde entero para distintas zonas climáticas, según Dilcher (1973)	28
Tabla 6:	Composición florística de la tafoflora Cerro Las Aguilas	31
Tabla 7:	Elementos fitogeográficos de la tafoflora Cerro Las Aguilas	53
Tabla 8:	Composición florística de la tafoflora Cerro Los Litres	62
Tabla 9:	Elementos fitogeográficos de la tafoflora Cerro Los Litres	90

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1:	Glosario de términos utilizados en las descripciones	151
Anexo 2:	Tafofloras del sur de Sudamérica consideradas en las comparaciones	153

RESUMEN

Se realizó un estudio taxonómico y fisionómico-climático de las improntas foliares provenientes de dos afloramientos terciarios del sector de La Dehesa (Precordillera de Santiago, Chile central), Cerro Las Aguilas (33° 19' S-70° 33' W, 900 m.s.n.m.) y Cerro Los Litres (33° 18' S-70° 33' W, 975 m.s.n.m.).

En ambos afloramientos se determinó y analizó fisionómicamente las improntas foliares, y se estableció la distribución geográfica de los géneros identificados. Las tafofloras fueron comparadas, en base a un análisis de similitud florística, con otras tafofloras terciarias del sur de Sudamérica.

Para la tafoflora Cerro Las Aguilas se registró 13 órgano-especies, pertenecientes a 7 familias. Ellas son: *Austrocedrus* sp., *Blechnum* sp., *Berberis* sp., *Nothofagus serrulata*, *Phoebe* sp., *Persea* sp., *Laurophyllum* sp.1, *Laurophyllum* sp.2, *Cassia* sp., *Myrcia* sp., *Myrtaceae* sp.1, *Myrtaceae* sp.2, y *Phyllites*. Considerando la composición florística y la distribución de los taxa, el afloramiento puede ser incluido en las llamadas Tafofloras Mixtas, en el sentido de Romero (1978, 1986), con integración de taxa pertenecientes a los elementos tropical-subtropical, subantártico, y de amplia distribución.

El análisis fisionómico-climático de la tafoflora de Cerro Las Aguilas sugiere un clima húmedo, probablemente con estación seca. La comparación con otras tafofloras

sudamericanas destaca su mayor afinidad florística con el afloramiento vecino El Arrayán, también perteneciente a la Formación Abanico, yacimiento que se le ha asignado una edad entre el Eoceno medio y Eoceno superior. Cerro Las Aguilas se diferencia de El Arrayán por un notable empobrecimiento en el número de especies de *Nothofagus*, y ausencia de lianas, bajo condiciones de clima aparentemente menos húmedas. Por estas razones proponemos una edad Eoceno superior- Oligoceno para nuestro afloramiento.

Para la tafoflora Cerro Los Litres se determinó 15 órgano-especies, pertenecientes a cinco familias. Ellas son: *Cochlospermum* sp., *Cunoniaceae* sp., *Beilschmiedia* sp., *Cryptocarya* sp., *Prosopis* sp., *Leguminosites* sp., *Peumus* sp., *Myrceugenia* sp.1, *Myrceugenia* sp.2, *Myrtaceae* sp., *Athyana* sp., y 4 órgano-taxa descritos como *Phyllites*. El análisis fitogeográfico de Cerro Los Litres permite asignar a la flora un carácter tropical-subtropical. La presencia de taxa subtropicales xéricos y méxicos sugiere la existencia de dos paleocomunidades en la región estudiada. Una más xérica (*Cochlospermum*, *Prosopis*, *Leguminosites*), desarrollándose un poco más alejada de la cuenca de depositación y/o en laderas de exposición norte. Una húmeda, desarrollándose cerca de la cuenca de depositación; con registro de taxa méxicos (*Beilschmiedia*, *Cryptocarya*, *Peumus* y *Myrtáceas*) que constituyen un antecedente directo del origen del actual bosque esclerófilo de la costa de Chile central. Otros registros evidencian además antiguas vinculaciones de la actual Provincia Fitogeográfica de Chile Central con la Provincia de Yungas (*Athyana*) del este de los Andes de Argentina y Bolivia, y la Provincia Paranaense del sur de Brasil (*Myrceugenia*).

La base de los sedimentos de la columna estratigráfica que contienen las improntas foliares de Cerro Los Litres ha sido fechada con K/Ar en $20,9 \pm 0,8$ Ma., Mioceno inferior. Sin embargo la ausencia del elemento subantártico y el predominio de taxa subtropicales sugiere una edad Mioceno medio para el afloramiento. Una edad Mioceno inferior a medio para el afloramiento Cerro Los Litres, lo incluiría en la Formación Farellones.

Finalmente, se propone un modelo de la historia de la vegetación terciaria de Chile central, sobre la base de la interpretación climática de los registros estudiados y considerando los antecedentes paleobotánicos, geológicos y climáticos del sur de Sudamérica. La flora actual de la Provincia Fitogeográfica de Chile Central sería el remanente de las sucesivas paleofloras que ocuparon la región durante el Terciario. Durante el Eoceno-Oligoceno, la ocupación de la región por Paleofloras Mixtas es destacada por la taoflora Cerro Las Aguilas, la cual registra taxa como *Austrocedrus*, *Blechnum*, *Nothofagus*, *Persea*, *Cassia* y *Myrtaceae*, comunes en Chile central en la actualidad. Durante el Mioceno medio habrían dominado en Chile central las Paleofloras Subtropicales, como lo documenta Cerro Los Litres, con elementos relacionados con los actualmente característicos del bosque esclerófilo. Durante el Mioceno medio-tardío y Plioceno una serie de eventos, como el inicio de la surgencia de aguas fría de la corriente de Humboldt y el levantamiento final de los Andes, que habrían provocado el desmembramiento de estas paleofloras y la expansión del elemento subtropical xérico en gran parte del sur de Sudamérica al este de los Andes. El elemento subtropical de bosque méxico habría subsistido en la regiones oceánicas más húmedas, como Chile central y sur de Brasil, y al

este de los Andes de Bolivia y nw de Argentina, como lo sugieren las actuales disyunciones que exhibe la flora de Chile central con las provincias de Yungas y Paranaense de Sudamérica, y el registro fósil de taxa de estas provincias en el afloramiento Los Litres.

ABSTRACT

A taxonomic and physiognomic-climatic study of the leaf imprints of two tertiary outcrops in Central Chile was conducted at Cerro Las Aguilas (33° 19'S-70° 33'W) and Cerro Los Litres (33° 18'S-70°33'W), from La Dehesa locality, in the foothills of Andean Range of Santiago, altitude 900-957 m..

In both outcrops, the leaf imprints were determined and physiognomically analyzed, and the geographic distributions of the genera recorded. Taphofloras were compared based on an analysis of the floristic similarity, with other tertiary taphofloras of Southern South America.

For the Cerro Las Aguilas taphoflora, 13 organ-species belonging 7 families were registered. These are: *Austrocedrus* sp., *Blechnum* sp., *Berberis* sp., *Nothofagus serrulata*, *Phoebe* sp., *Persea* sp., *Laurophyllum* sp.1, *Laurophyllum* sp.2, *Cassia* sp., *Myrcia* sp., *Myrtaceae* sp.1, *Myrtaceae* sp.2, and *Phyllites*. Considering the floristic composition and taxa distribution, the outcrop can be included in the Mixed Taphofloras

(sensu Romero 1978, 1986), with taxa belonging to the tropical-subtropical, subantarctic, and wide distribution elements.

Physiognomic-climatic analysis of the Cerro Las Aguilas taphoflora suggests a wet climate, probably with seasonal drought. Comparison with other South American taphofloras shows its higher affinity with the neighboring outcrop El Arrayán, belonging to Abanico Formation also, with an assigned age of middle Eocene. Cerro Las Aguilas diverges from El Arrayán by a strong impoverishment of number of *Nothofagus* species, and lack of vines, under apparently less wet climate conditions. For these reasons we propose a upper Eocene-Oligocene age for our outcrop.

For the Cerro Los Litres taphoflora 15 organ-species, belonging to 5 families were determined. These are: *Cochlospermum* sp., *Cunoniaceae* sp., *Beilschmiedia* sp., *Cryptocarya* sp., *Prosopis* sp., *Leguminosites* sp., *Peumus* sp., *Myrceugenia* sp.1, *Myrceugenia* sp.2, *Myrtaceae* sp., *Athyana* sp., and 4 organ-taxa described as *Phyllites*. Phylogeographic analysis characterizes it as tropical-subtropical. Presence of xeric and mesic subtropical taxa suggests the existence of two paleocommunities: a more xeric one (*Cochlospermum*, *Prosopis*, *Leguminosites*), developing far away of the deposition basing and/or in equatorial facing slopes, and another wet, close to deposition basing with mesic taxa (*Beilschmiedia*, *Cryptocarya*, *Peumus* and *Myrtaceae*). The last paleocommunities constitutes a direct link to of the origin of the current sclerophyllous forest of sea coast of central Chile. Other records evidence ancient connections among the present Phylogeographic Province of Central Chile with the Yungas Province (*Athyana*), located in

the eastern Andean slope of Argentina and Bolivia, and the Paranaense Province, located in the southern region of Brazil (*Myrceugenia*).

Basal sediments of the stratigraphic column that contains the leaf imprints of Cerro Los Litres has been dated with K/Ar in $20,9 \pm 0,8$ My, lower Miocene. However, lack of subantarctic element and predominance of subtropical taxa suggests a middle Miocene age for this outcrop. Cerro Los Litres would be include in Farellones Formation, because its age.

A model of the history of tertiary vegetation of Central Chile is proposed, on the basis of the climatic interpretation of the records and considering the paleobotanical, geological and climatic backgrounds of Southern South America. The current flora of the Phytogeographic Province of Central Chile would be a remnant of the successive paleofloras that occupied this region during Tertiary. During the Eocene-Oligocene, occupancy of the region by mixed Paleofloras is emphasized by Cerro Las Aguilas taphoflora, which includes taxa as *Austrocedrus*, *Blechnum*, *Nothofagus*, *Persea*, *Cassia* and *Myrtaceae*, currently common in the region. The Miocene would have dominated by Subtropical Paleofloras in Central Chile, documented in Cerro Los Litres with elements currently characteristic of the sclerophyllous forest. A serie of events at middle late Miocene and Pliocene, such as the beginning of the cold-water upwelling of the Humboldt's Current and the final arising of the Andes Range, fragmentated these paleofloras and allowed the expansion of xeric subtropical elements in most of the southern South America, at east of the Andes. Subtropicals elements of the mesic forest would have persisted in the more humid oceanic regions, like Central Chile and southern Brazil, and in the eastern Andean

slope of Bolivia and NW of Argentina, suggested by the current disjunctions that show the flora of Central Chile with the provinces of Yungas and Paranaense of South America, and fossil records of taxa of these provinces in the Los Litres outcrop.

INTRODUCCIÓN

Una de las singularidades de la distribución actual de la vegetación del Cono Sur de Sudamérica reside en su marcado contraste este-oeste: Al este de los Andes las formaciones vegetales exhiben una paulatina gradación, desde bosques secos y bosques subtropicales mixtos en el Chaco y sur de Brasil, hasta los semidesiertos del Monte, Pampa y Estepa Patagónica, en Argentina. En cambio, en la vertiente Pacífica existe un nítido cambio a los 30°S, con bosques subtropicales y templados-subantárticos hacia el sur, y matorrales semidesérticos y un desierto hiperárido al norte (Hueck 1978; Villagrán 1993).

Este contraste es relativamente nuevo y se generó en el Plio-Cuaternario, en gran medida por el progresivo aumento del efecto de sombra de lluvia que vienen ejerciendo los Andes, desde su levantamiento final al término del Terciario. La vegetación de la costa Pacífica queda a la sombra de lluvia de los vientos tropicales del este, que generan gran parte de las lluvias subtropicales en Sudamérica; en cambio, la vegetación del este de Sudamérica queda a la sombra de lluvia de los vientos del oeste, prevaleciente en las latitudes templadas. Esta diferenciación este-oeste del clima y de la vegetación de Sudamérica austral pudo haber aumentado durante las glaciaciones del Cuaternario. Por el contrario, durante el Terciario, sin cordilleras tan altas como las actuales, es muy posible

que Sudamérica haya presentado una distribución más zonal de las franjas climático-vegetacionales, como ocurre actualmente en Africa (Villagrán 1993; Kessler 1991).

Chile central es una región clave para comprender la paleodistribución de las floras del sur de Sudamérica, ya que actualmente corresponde a la región de transición entre los grandes sistemas atmosféricos que rigen el clima del continente. Se caracteriza por un clima tipo mediterráneo y corresponde a la zona subtropical de lluvias invernales, que se extiende entre las latitudes 30° y 38°S (Van Husen 1967). Este tipo de clima está determinado básicamente por la influencia del Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur (ASPS), cuya posición promedio se sitúa alrededor de 30°S y presenta un ciclo anual característico de desplazamiento latitudinal. Las lluvias invernales en la zona mediterránea de Chile central están asociadas a la actividad ciclónica, cuando el ASPS ocupa su posición más al norte. Durante el verano, el desplazamiento del ASPS hacia el sur determina la estación seca (Aceituno et al 1990). De acuerdo a Van Husen (1967), el límite polar de la zona subtropical se establecería a los 38°S, latitud a la cual ocurre la más marcada discontinuidad de las lluvias a lo largo de Chile.

A lo largo de la zona mediterránea de Chile central existe un marcado gradiente de las precipitaciones, con máximas lluvias en su frontera sur (entre 1200 y 1900 mm en la costa y Depresión Intermedia, a los 38°S), y una disminución progresiva de las mismas hacia el norte (hasta 128,5 mm en la Serena, a los 30°S), como consecuencia del debilitamiento sucesivo de la actividad ciclónica (Di Castri & Hajek 1975; Van Husen 1967).

En contraste con lo que sucede con las lluvias, las temperaturas exhiben una variación menos marcada a lo largo de Chile. Por un lado, la surgencia de aguas frías de la corriente de Humboldt reduce las temperaturas del aire, al norte de los 30°S. Al sur de los 30°S, la Cordillera de la Costa ejerce efecto de sombra de lluvias a las masas de aire húmedo proveniente del Pacífico atenuando el contraste térmico, mientras que en la Depresión Intermedia las temperaturas son más altas y en los Andes hay una tendencia hacia la continentalidad, con descensos importantes de las temperaturas durante los meses invernales (Miller 1976).

En correspondencia con el carácter de transición climática que tiene la zona mediterránea de Chile central, su vegetación se caracteriza por una marcada heterogeneidad florística y fisionómica, desde formaciones semiáridas de *Acacia caven* y *Prosopis chilensis* en el norte, bosques y matorrales esclerófilos en el centro, hasta bosques deciduos de *Nothofagus* hacia su frontera sur.

De acuerdo a Cabrera & Willink (1980), florísticamente gran parte de la región mediterránea de Chile puede ser incluida en la Provincia Fitogeográfica de Chile Central, a excepción de la alta cordillera. Esta provincia (Fig. 1) se extiende entre las latitudes 32°30'S y 35°S por ambas cordilleras, y hasta los 38°S por la Depresión Intermedia. Hacia el norte; la vegetación corresponde a los desiertos y semidesiertos de matorrales xeromórficos que integran a la Provincia Fitogeográfica del Desierto; hacia el sur, dominan bosques templado-lluviosos pertenecientes a la Provincia Subantártica (Fig. 1).

Las formación vegetal característica de la Provincia de Chile Central es el bosque subtropical esclerófilo, con predominio de especies de árboles con hojas coriáceas como *Beilschmiedia miersii*, *Peumus boldus*, *Cryptocarya alba*, *Myrceugenia exsucca*, *Crinodendron patagua*, *Schinus latifolius*, *Kageneckia oblonga*, *Lithrea caustica*, *Dasyphyllum excelsum*, y *Quillaja saponaria*, entre otros. En la Depresión Intermedia se desarrollan espinales de *Acacia caven*, *Prosopis chilensis*, *Trevoa trinervis* y *Schinus polygamus* (Cabrera y Willink 1980).

La inclusión de la flora de Chile central en una provincia fitogeográfica propia, se basa en la alta proporción de taxa endémicos de la región. En la Fig. 2 se muestra la distribución de los distintos elementos biogeográficos, a lo largo de las regiones administrativas de Chile, considerando los datos de la flora arbórea de Chile de Rodríguez y colaboradores (1983). Se observa que en Chile central, entre la IV Región y VIII Región (29°S-38°S), alrededor del 40% de las especies de árboles son endémicos de Chile, mientras que más al sur domina el elemento subantártico de los bosque templados de Chile y Argentina. Algunos ejemplos de especies arbóreas endémicas de Chile central son: *Beilschmiedia berteriana*, *Cryptocarya alba*, *Kageneckia oblonga*, *K. angustifolia*, *Pouteria splendens*, *Quillaja saponaria*, *Myrceugenia correifolia*, *Schinus montanus*, *Schinus latifolius* y *Crinodendron patagua* (Rodríguez et al 1983).

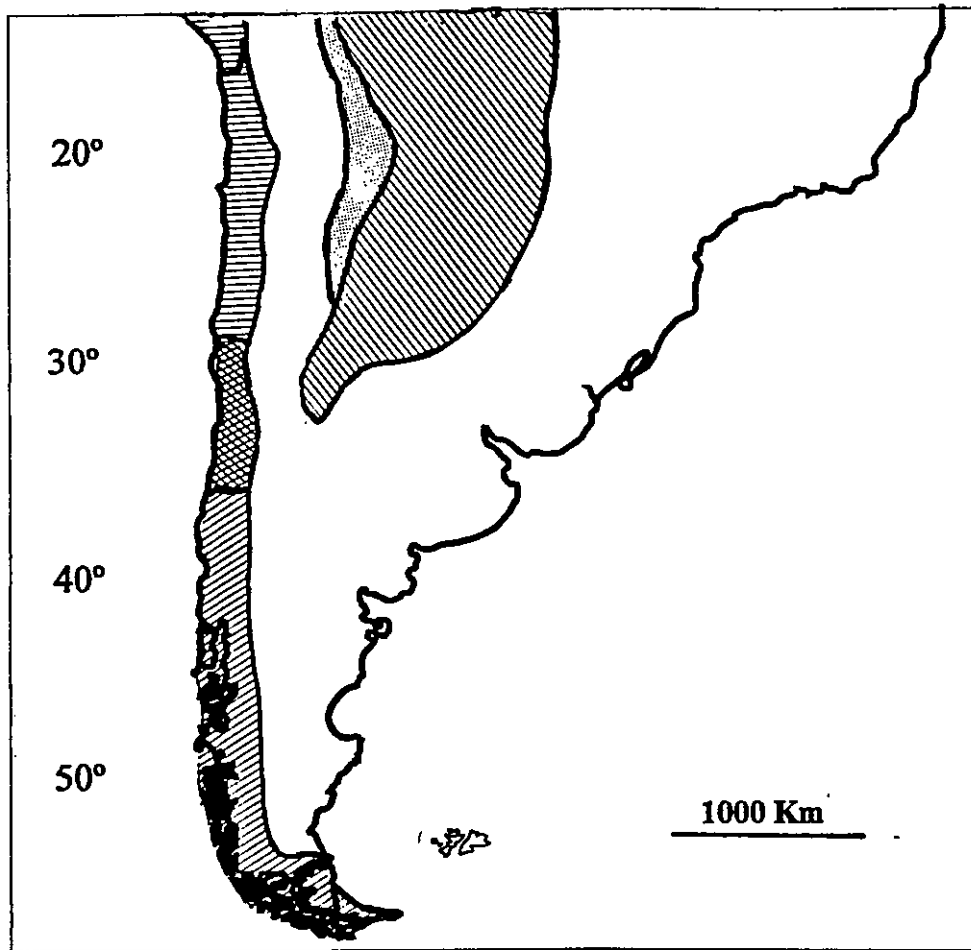
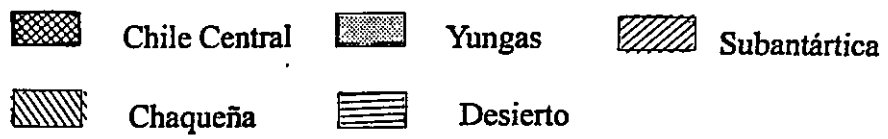


Fig. 1: Provincias Fitogeográficas del sur de Sudamérica relacionadas con Chile Central (según Cabrera y Willink 1980)



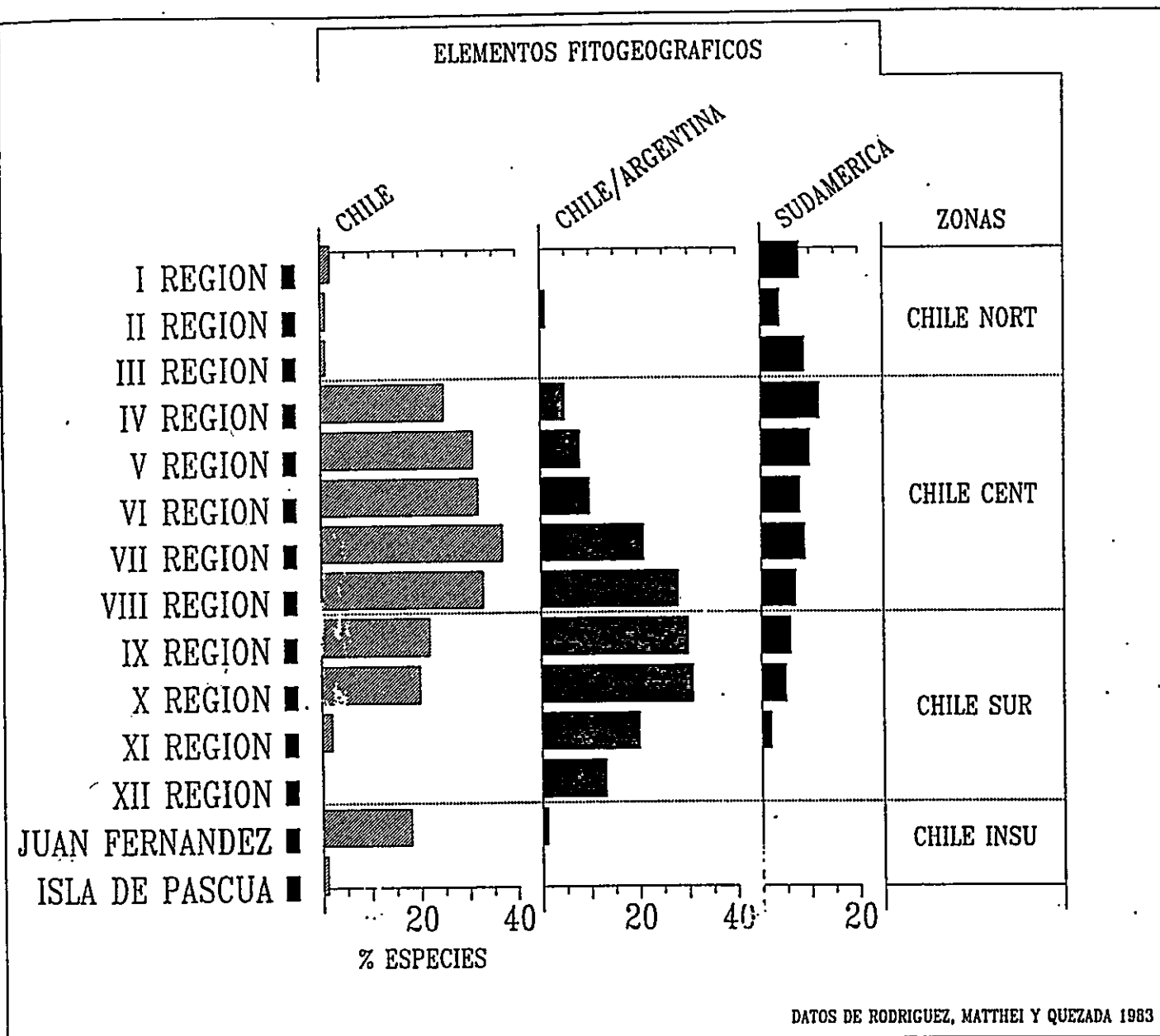


Fig. 2: Distribución de los elementos biogeográficos a lo largo de las regiones administrativas de Chile

En la Fig. 2 se observa que el 5% a 10% de las especies arbóreas de Chile central se distribuye también en otras regiones de Sudamérica. A nivel de géneros y familias, los porcentajes de afinidad florísticas son mayores, principalmente con la actual Provincia Chaqueña (Dominio Chaqueño), que se extiende por gran parte de la República Argentina, sur de Bolivia, oeste y centro del Paraguay, y una estrecha faja del estado Mato Grosso en Brasil. Las afinidades de la actual flora de Chile central con las xéricas del Chaco son a los niveles familiar, (Leguminosae y Anacardiaceae); genérico (*Prosopis*, *Acacia* y *Schinus*); y específico (*Prosopis alba*, *P. chilensis* y *Acacia caven*) (Cabrera & Willink 1980, Rodríguez et al 1983).

También Chile Central exhibe relaciones florísticas con la Provincia Fitogeográfica de las Yungas (Dominio Amazónico) (Fig. 1), en especial con el Bosque Tucumano-Boliviano de la vertiente oriental de los Andes de Bolivia y Argentina. Las afinidades en este caso son a nivel familiar (Lauraceae, Myrtaceae); genérico (*Blepharocalyx*, *Crinodendron*, *Muehlenbeckia*, *Myrcianthes*); y específico (*Cissus striata*) (Cabrera, 1976).

La flora del borde sur de la Provincia de Chile Central presenta relaciones con la Provincia Subantártica (Dominio Subantártico) (Fig. 1), con géneros tales como *Nothofagus*, *Austrocedrus*, *Lomatia*, *Caldcluvia*, y *Pseudopanax*.

Hipótesis y antecedentes sobre el origen de la flora de Chile Central

La hipótesis sobre la evolución de la flora de Chile central-sur a partir de antiguas paleocomunidades Terciarias que ocuparon la región en el pasado fue postulado por Schmithüsen en 1956. En base a un análisis fitogeográfico, este autor propone un origen de la flora de Chile Central a partir de la vegetación boscosa subtropical que durante el Terciario habría poblado la región. Esta idea, complementada con la visión propuesta por Romero (1978,1986), basada en las evidencias del registro fósil del cono sur, constituyen la base sobre la cual se realizó esta tesis.

Romero (1978, 1986) establece una sucesión temporal y espacial de tres tipos de paleofloras durante el Paleógeno del sur de Sudamérica (Fig. 3). Estas paleofloras son:

1) **Paleoflora Neotropical**, dominada por familias tropical-cálidas como las Annonaceae y Lauraceae. 2) **Paleoflora Mixta**, caracterizada por una mezcla de taxa subantárticos templado-fríos (e.g. *Nothofagus*, *Laurelia*, *Lomatia*), subtropicales (e.g. *Annona*, *Nectandra*, *Ocotea*), además de géneros originados por evolución *in situ* (e.g. *Schinopsis*, *Schinus*). 3) **Paleoflora Antártica**, dominada por taxa subantárticos templado-fríos (e.g. *Nothofagus*, *Laurelia* y *Austrocedrus*).

Romero (1986) postula que estas paleofloras fueron las precursoras de los actuales dominios fitogeográficos del Cono Sur de Sudamérica: La Paleoflora Neotropical sería la precursora del Dominio Amazónico; la Paleoflora Mixta del Dominio Chaqueño; y la Paleoflora Antártica del Dominio Subantártico. La Fig. 3 muestra que las paleofloras Neotropicales habrían ocupado Sudamérica durante el Cretácico superior y gran parte del

Paleoceno, siendo reemplazadas hacia el final de este período por Paleofloras mixtas, al sur de los 45°S. Estas paleofloras Mixtas ya habrían dominado, al sur de los 30°S, durante el Eoceno inferior y medio, mientras que hacia el norte de los 30°S persistían las paleofloras Neotropicales. Al final del Eoceno superior, y durante el Oligoceno, las paleofloras mixtas fueron reemplazadas por paleofloras Antárticas al sur de los 40°S (Romero 1986).

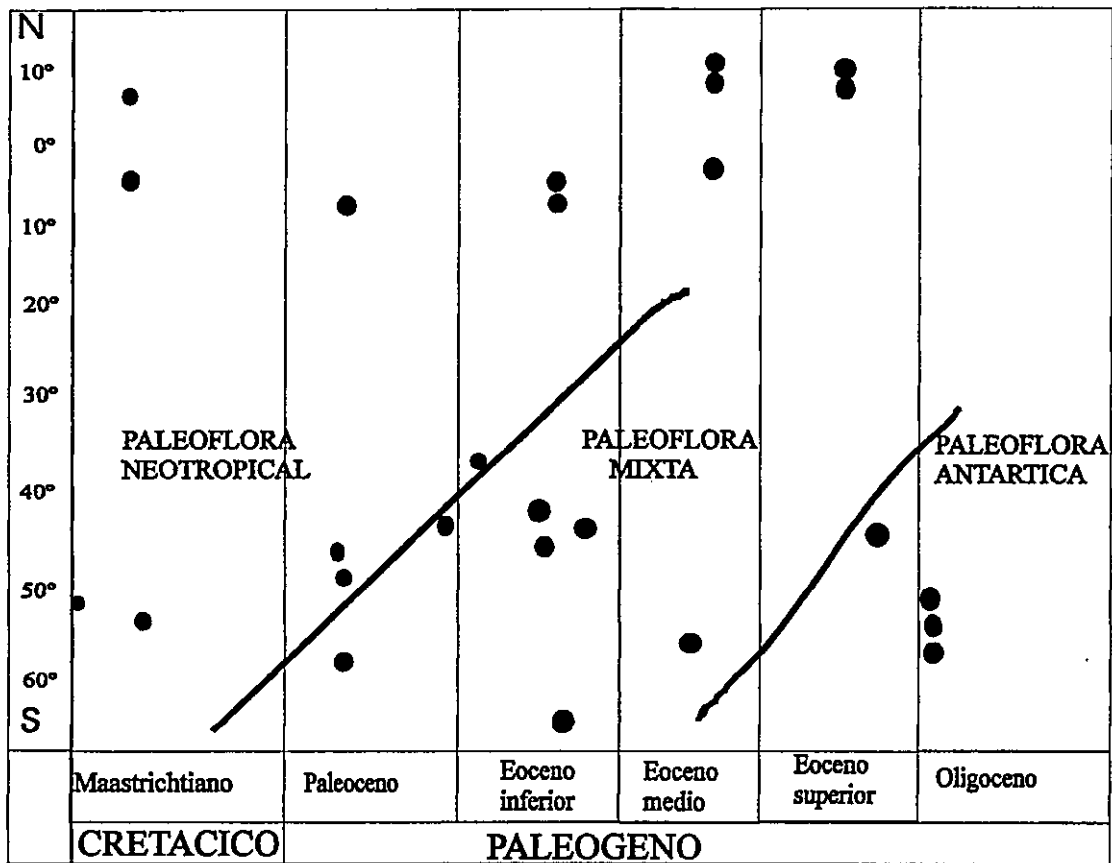


Fig. 3.: Tafofloras Cretácico-Paleógenas de Sudamérica. Líneas separan las distintas Paleofloras. Según Romero 1986.

● : Tafofloras

El desplazamiento latitudinal de las floras del Terciario inferior, mostrado en la Fig. 3, sería la consecuencia de una serie de eventos geológicos y climáticos que sucedieron en este tiempo, siendo el más importante la separación de Australia de Antártica, y la consecuente glaciación del este de Antártica (Kvasov y Verbitski, 1981). Estos eventos habrían determinado la agudización del gradiente térmico ecuador-polo, con descenso de las temperaturas en Patagonia sur y aumento de la estacionalidad en Chile central. Estos cambios en el ambiente físico podrían haber determinado la expansión hacia el norte de las floras Antárticas frías, en el sur de Sudamérica, y el retroceso de las paleofloras Mixtas hacia la región subtropical, a fines del Paleógeno, como lo documenta Romero (1986).

Sin embargo, existen muy pocos antecedentes paleobotánicos para el Neógeno de Chile Central. Considerando el modelo de evolución de las floras terciarias propuesto por Romero para el Terciario inferior (Fig.3), es posible postular que las paleofloras Mixtas subsistieron en Chile central en el Terciario superior, considerando que ellas ocuparon el sur de Sudamérica durante el Paleógeno.

Varias hipótesis han sido postuladas para explicar la evolución de la flora de Chile central durante el Neógeno. Según Solbrig et al (1977), la flora mediterránea de Chile se originó a partir de taxa templado-fríos y elementos adaptados a condiciones de sequía, derivados de los Neotrópicos cálidos, y que ocuparon las latitudes medias desde el Eoceno (actual Chaco, Monte y el centro-norte de Chile). La flora mediterránea de Chile se habría estructurado durante el Cuaternario, después que la Cordillera de los Andes alcanzó sus máximas elevaciones.

De acuerdo a Arroyo et al. (1995) muchos elementos típicamente esclerófilos de Chile central evolucionaron *in situ* durante el Plioceno a partir de antiguas pluviselvas, las cuales tendrían estrechas relaciones con la vegetación de Yungas, Atlánticas y Paranaense del este de Sudamérica, sin elementos esclerófilos y después que la Cordillera de los Andes alcanzó sus máximas alturas. Estos autores rechazan la hipótesis que una vegetación tipo Chaco habría proporcionado los elementos de la actual flora de Chile Central. Algunos elementos xéricos encontrados en la vegetación esclerófila actual tendrían su fuente en el área ocupada actualmente por el Desierto de Atacama; estos elementos habrían evolucionado más tempranamente y emigrado al sur, cuando los climas secos se produjeron durante el Plioceno.

Para poner a prueba este tipo de hipótesis se requieren mayores estudios de las tafofloras terciarias de Chile central, hasta el momento muy poco investigadas. El objetivo de esta Tesis es contribuir a este problema, en base a un estudio paleobotánico de dos tafofloras del sector La Dehesa, Precordillera de Chile central (33°18'45"S- 70°32'15"W), y su comparación con otras tafofloras del Terciario del Cono Sur de Sudamérica.

OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento del origen, edad y paleodistribución de los elementos florísticos de la Provincia Fitogeográfica de Chile Central, en base al análisis taxonómico y fisionómico-climático de improntas foliares provenientes de dos tafofloras terciarias del sector La Dehesa, Precordillera de Santiago, Chile central

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Determinar taxonómicamente las improntas foliares contenidas en los afloramientos de La Dehesa, en base al análisis de la arquitectura foliar y comparación con floras actuales y colecciones paleobotánicas del sur de Sudamérica.

2. Inferir el paleoclima del Terciario superior de Chile central, en base al establecimiento de las distribuciones geográficas de los taxa registrados, y al análisis morfológico-fisionómico de las tafofloras de La Dehesa, en comparación con la fisionomía y clima de las distintas formaciones subtropicales actuales de Sudamérica.

3. Reconstruir la historia de la vegetación terciaria de Chile central, en base a la interpretación climática de los registros estudiados, y considerando los antecedentes paleobotánicos, geológicos y climáticos del sur de Sudamérica.

AREA DE ESTUDIO

La localidad de estudio corresponde al sector de La Dehesa, Precordillera andina de Santiago (Fig. 4). En esta región se han registrado dos afloramientos fosilíferos distintos, situados aproximadamente a 5 km al noreste de la ciudad de Santiago. La vegetación del sector es un matorral degradado y abierto de espino (*Acacia caven*) y litre (*Lithrea caustica*). El clima del sector corresponde a mediterráneo semiárido. La estación climatológica más cercana, Santiago (33°27'S-70°42'W, 520 m. de altitud), muestra precipitaciones anuales promedio de 356.2 mm, concentradas entre Marzo y Agosto, y temperaturas medias anuales de 13,9 °C, con máximas medias anuales de 22, 1°C y mínimas medias anuales de 7.7°C (Di Castri & Hajek 1975).

Los dos afloramientos paleobotánicos se encuentran en una región de alto impacto antrópico y acelerado proceso de urbanización, siendo posible que en un plazo breve desaparezcan.

El primer sitio, **Cerro Las Aguilas** (Fig. 4; Foto 1), corresponde a lutitas-areniscas de color café claro-amarillento, aflorando en la base de la ladera este del cerro Las Aguilas, con un rumbo este-oeste y manteo de 27° al norte, a 900 m. de altitud. El sitio se sitúa a unos 250 metros al sur del embalse Los Trapenses (Fig. 4) y sus coordenadas geográficas son 33° 19'S- 70°33'S.

El segundo afloramiento, **Cerro Los Litres** (Fig. 4; Foto 2), se sitúa 1,5 km al

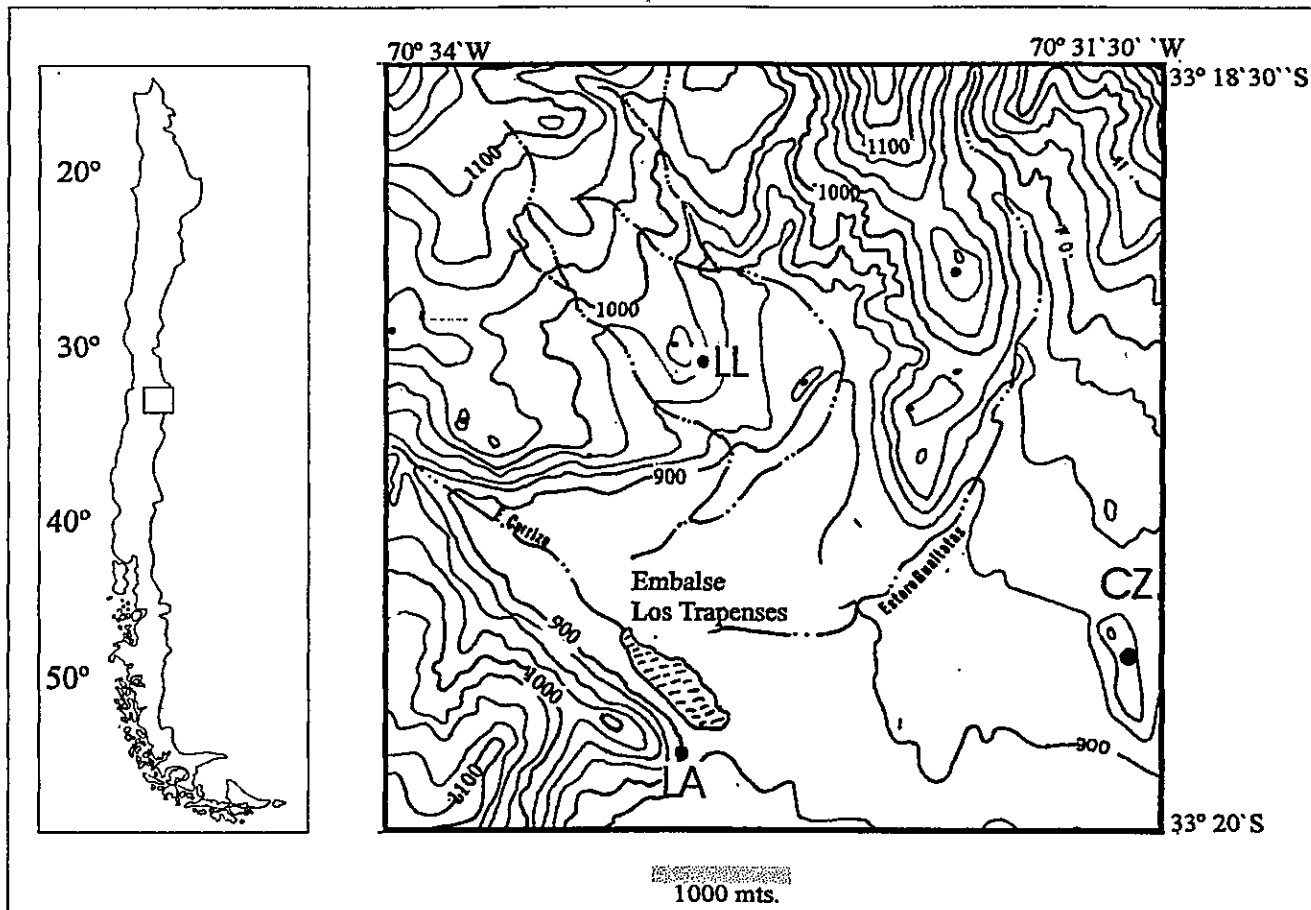


Fig. 4: Area de Estudio, Sector La Dehesa, Precordillera de Santiago.

Cotas de altura
 Esteros
 LA: Cerro Las Aguilas
 LL: Cerro Los Litres
 CZ: Cerro El Zorro



Foto 1: Afloramiento Cerro Las Aguilas

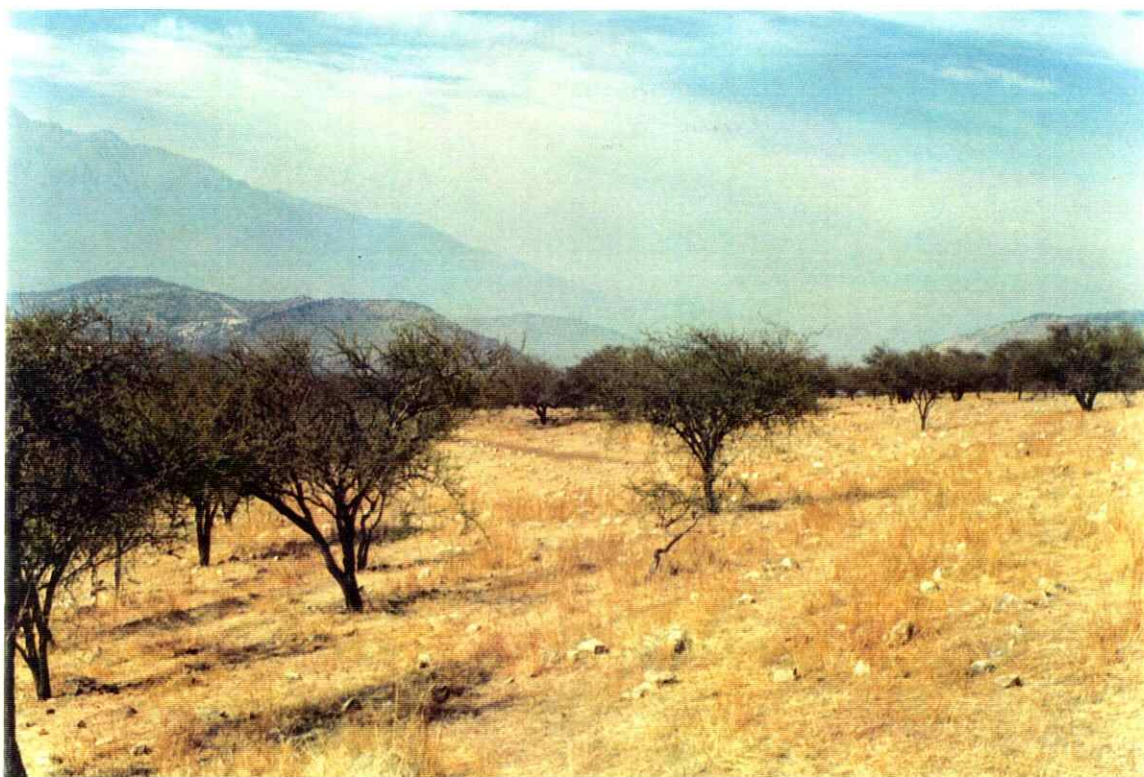


Foto 2: Afloramiento Cerro Los Litres

norte de Cerro Las Aguilas. Corresponde a rocas fragmentadas, por erosión *in situ*, que conforman un anillo bien delimitado situado en las laderas este, norte y oeste cerca de la cima del Cerro Los Litres (Fig. 4). El afloramiento se extiende hacia el oeste por una cadena de cerros, hasta aproximadamente 4-5 km al oeste del Cerro Los Litres. El material corresponde a areniscas tobáceas de color blanquecino. El sitio esta situado a 975 m de altitud y sus coordenadas geográficas corresponden a 33°18'S-70°33'S.

ESTRATIGRAFIA: Los sedimentos del sector de La Dehesa, corresponden a depósitos continentales lacustres (Thiele 1980). De acuerdo a Gana P (SERNAGEOMIN, com.pers), el sector de la Dehesa está dominado geológicamente por flujos piroclásticos y coladas de composición riolítica-riodacíticas rosado-violáceo, brechas y coladas andesíticas, con intercalación de sedimentitas clásticas

Thiele (1980) los incluyó en la Formación Abanico, la cual tendría una edad correspondiente al lapso Cretácico-Oligoceno. Gana (com.pers) también asigna La Dehesa a la Formación Abanico, pero la sitúa en el lapso Oligoceno-Mioceno Inferior.

Torres y Tapia (com.pers) establecieron la estratigrafía de un perfil levantado en la ladera suroccidental de Cerro Los Litres (Fig. 5). Este perfil estratigráfico está constituido por una secuencia de lavas afaníticas que se sitúan por sobre la secuencias de sedimentos continentales, portadores de las improntas foliares registradas en Cerro Las Aguilas (Fig 5).

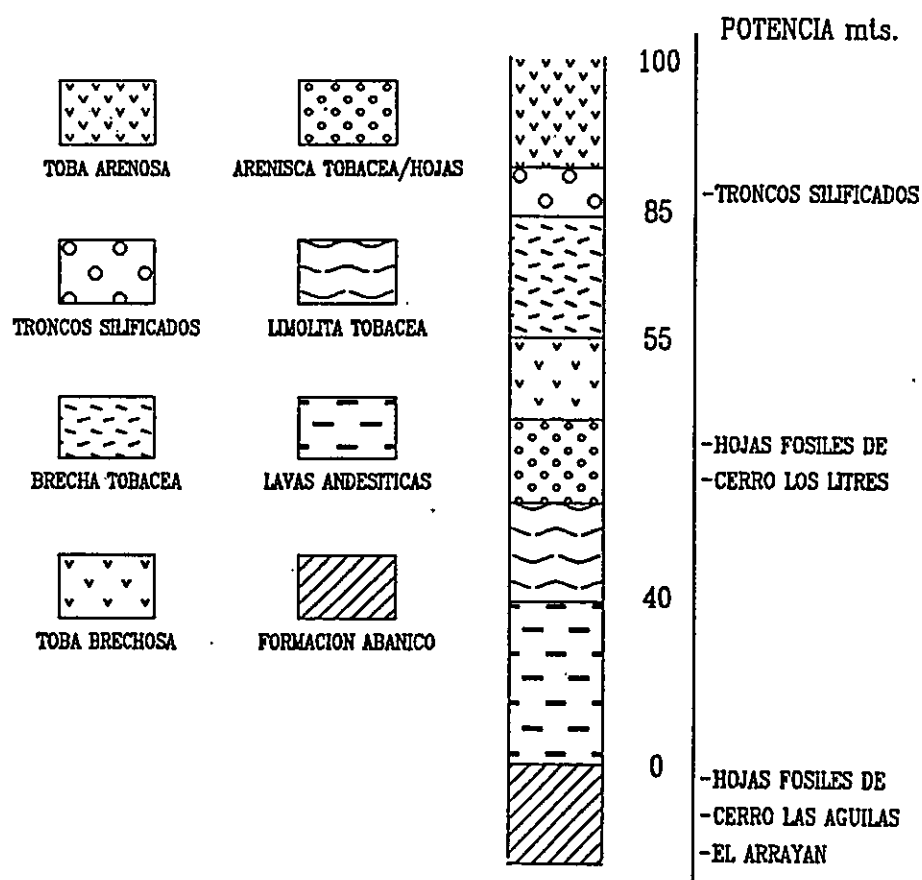


Fig. 5: Perfil estratigráfico del sector La Dehesa. (modificado de Torres y Tapia, com.pers)

De acuerdo a estos autores, estos últimos sedimentos corresponderían a la continuación hacia el oeste de las capas fosilíferas del afloramiento El Arrayán. La paleobotánica de este afloramiento fue estudiado por Fuenzalida (1964) y por Troncoso e Hinojosa (manuscrito). Se le ha asignado una edad correspondiente al Eoceno medio.

El perfil estratigráfico establecido por Torres y Tapia (com.pers) en Cerro Los Litres (Fig. 5), muestra que la base de la secuencia está constituida por lavas afaníticas de color gris verdoso, pardo rojizo y pardo azulado, con estratificación gruesa a muy gruesa, y una potencia (espesor del estrato) de 40 metros. A las lavas afaníticas siguen, limolitas tobáceas y areniscas tobáceas de grano fino de color pardo verdoso, con una potencia de 5 metros; por sobre ellas, siguen areniscas tobáceas blancas de grano fino a medio, con lentes y bandas de diferentes granulometría, que contienen las improntas foliares estudiadas, y exhiben 5 metros de potencia; siguen tobas brechosas de color blanco rosáceo de 5 metros de potencia; brechas tobácea de color blanco grisáceo, que varían lateralmente a tobas, de 30 metros de potencia; brechas tobáceas de color pardo amarillento, de 5 metros de potencia, que contienen troncos silificados; el tope de la secuencia Los Litres corresponde a tobas arenosas de color pardo rosácea, de 12 metros de potencia.

Las distintas posiciones estratigráficas de los sedimentos correspondientes a las dos localidades de La Dehesa estudiadas (Fig. 5) indican que los afloramientos tienen edades diferentes, siendo más antiguo Cerro Las Aguilas.

Dataciones radioisotópicas realizadas en la secuencia de lavas afaníticas que afloran en el Cerro del Zorro (Fig. 4), situado a 2 km al este de Cerro Las Aguilas, y que corresponden estratigráficamente a las de la base de la columna estratigráfica de Cerro Los Litres (Fig. 5), han sido fechadas con K/Ar en $20.9 \pm 0,8$ Ma.; edad correspondiente al Mioceno inferior (Gana com.pers).

METODOS

Determinación Taxonómica y Análisis Fitogeográfico

En el terreno las improntas foliares fueron limpiadas utilizando martillos geológicos de roca dura y blanda. Se determinó por granulometría el tipo de roca.

En el laboratorio las improntas foliares se limpiaron manualmente, con cinceles y grabador de metales, y se examinaron bajo lupa estereoscópica y cámara clara.

Para la descripción morfológica de las improntas se siguió la terminología de arquitectura foliar propuesta por Hickey (1974). Se consideró, entre otros caracteres, la forma de la hoja, el tipo de margen (serrado o entero), el tipo de venación (abierta o cerrada), la presencia de venas intersecundarias, vena intramarginal, tipo de diente, y la arquitectura de las venas que forman el área intercostal (Fig. 6). En el anexo 1 se presenta un glosario de los términos usados en las descripciones.

Las determinaciones taxonómicas fueron realizadas por comparación con colecciones fósiles de Chile y Argentina. En Argentina se consultó la colección del Laboratorio de Paleobotánica y Palinología de la Universidad de Buenos Aires. También se utilizó material reciente de los herbarios del Museo Nacional de Historia Natural Bernardino Rivadavia y del Instituto de Botánica Darwinion, de Buenos Aires; se consultó preferentemente las colecciones de flora de Chile, Argentina, Brasil, Paraguay y Bolivia.

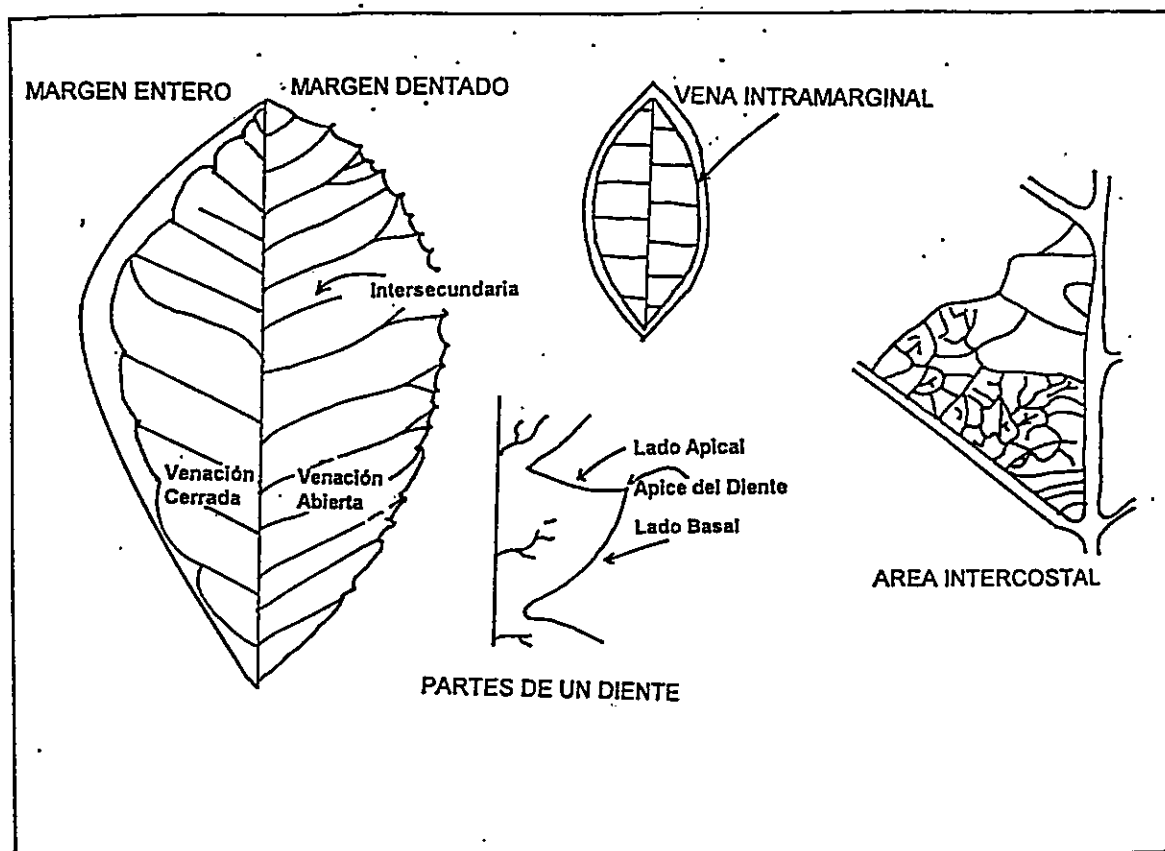


Fig. 6: Algunos caracteres morfológicos foliares utilizados en las descripciones morfológicas de las improntas fósiles. Terminología propuesta por Hickey 1974.

Además se utilizó trabajos de morfología foliar de taxa actuales de Klucking (1987,1988), Martínez (1984), Barrera (1992), y el fichero morfológico del Laboratorio de Paleobotánica y Palinología de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

La distribución de los géneros registrados en las taofloras se establecieron principalmente en base a Willis (1985) y Mabberley (1987). De acuerdo a los rangos de distribución actual, los taxa fueron clasificados en elementos fitogeográficos (Subantárticos, Tropical-Subtropicales y Amplios). Dentro del elemento tropical-subtropical, se distinguió un componente méxico, distribuido actualmente en los bosques húmedos del Neo-Paleotrópico; y un elemento xérico, distribuido principalmente en las formaciones de bosque seco y matorrales con clima estacional de Sudamérica.

Análisis Fisionómico-Climático

Este análisis se realizó de acuerdo al método Fisionómico Foliar de Dolph y Dilcher (1979), que considera la distribución de las clases de tamaño (Dilcher 1973) y el tipo de margen de foliar (Wolfe 1969, 1971, 1978; Wolfe & Hopkins 1967).

Para el análisis de distribución de clases de tamaño de hojas se siguió la clasificación propuesta por Raunkier (1934), que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Clases de tamaño foliar y rangos de áreas foliares correspondientes, de acuerdo a Raunkier (1934)

TAMAÑO FOLIAR	RANGO
Leptofila	< 0.25 cm ²
Nanofila	0.25 - 2.25 cm ²
Microfila	2.25 - 20.25 cm ²
Notofila	20.25 - 45 cm ²
Mesofila	45.0 - 182.25 cm ²
Macrofila	182.25 - 1640.2 cm ²
Megafila	> 1640.2 cm ²

El área foliar (A) de las improntas se calculó siguiendo la fórmula de Cain & Castro (1959):

$$A: 2/3 \times \text{Largo máximo} \times \text{Ancho máximo}$$

También se utilizó la proporción hojas grandes/hojas pequeñas, de acuerdo a Dilcher (1973). Según este autor, las hojas pequeñas corresponden a las clases Leptofila a Microfila; las hojas grandes, a las clases Notofila a Megafila (Tabla 1); los valores del índice disminuyen cuando desciende la humedad y/o la temperatura y es útil para la comparación de distintas zonas climáticas. En la tabla Tabla 2 se muestran los valores del índice hojas grandes/hojas pequeñas, obtenidos por Dilcher (1973) para distintas zonas climáticas del Hemisferio Norte, y que fueron utilizados como patrón de comparación para nuestros índices. Nuestros resultados también fueron comparados con el único trabajo

disponible para el sur de Sudamérica realizado por Sarmiento (1972), y cuyos datos se muestran en la Tabla 3.

Tabla 2: Índice Fisionómico (Razon: Hojas Grandes (Notofila -Megafila)/Hojas Pequeñas (Leptofila-Microfila)), para distintas zonas climáticas, las zonas climáticas se definieron en función de la Temperatura y Humedad, según Dilcher 1973.

Montano	3.8		0.07	0.3	Templado	
Montano bajo	1.5		5.1	3.2	Templado Cálido	
Pre-Montano	0.5		1.3	5.7	7.3	Subtropical
Tropical	3.5	2.3	4.0	5.3	8.1	Tropical
	Seco	Estacional Seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Lluvioso	

Tabla 3: Índice Fisionómico (Razón: Hojas Grandes (Notofila -Megafila)/Hojas Pequeñas (Leptofila-Microfila)), de las formaciones subtropicales del este de Sudamérica y su relación con el clima (Sarmiento 1972).

FORMACION VEGETAL	PRECIPITACION ANUAL Y Nº MESES SECOS	INDICE FISIONOMICO
Bosque Galeria (Pluviselva decidua)	1000-1300 mm 1-2	0.81
Bosque montano inferior (Pluviselva decidua)	1000-1500 mm 3-4	0.96
Bosque Chaco Este (Subtropical Deciduo)	900-1200 1-2	0.47
Bosque Transición (Subtropical Deciduo)	800-1000 4-5	0.58
Bosque de Sierra (Montano Seco)	700-800 5-6	0.37
Chaco Central (Subtropical Seco)	700-900 3-5	0.32
Chaco Oeste (Bosque Subtropical seco)	450-700 6-7	0.15
Chaco Arido (Matorral Subtropical Seco)	300-400 8-9	0/100
(Tabla 3. Continuación)		
Monte (Matorral semidesértico Espinal)	100-300 9-10	0/100

Las interpretaciones paleoclimáticas realizadas sobre la base del tipo de margen foliar, consideraron los porcentajes de especies con margen entero versus margen no entero. De acuerdo a Wolfe & Hopkins (1967) y Wolfe (1971, 1978), existiría una correlación entre el tipo de margen foliar y las temperaturas medias y la oscilación térmica media anual (Tabla 4). En bosques con temperaturas medias altas y oscilaciones térmica anual baja, las hojas tienen típicamente borde entero; en los bosques fríos boreales, con oscilación térmica anuales muy fuertes, predominan hojas con margen serrado o lobulado. Para Dilcher (1973), El porcentaje de hojas enteras se relacionaría mejor con la humedad disponible que con las temperaturas (Tabla 5).

Tabla 4: Relación de los porcentajes de hojas con borde entero con las temperaturas, en distintos tipos de bosques. (de acuerdo a Wolfe 1971).

TIPO DE BOSQUES	BORDE ENTERO (%)	T° MEDIA ANUAL	Oscilación Térmica Media ANUAL
Selva lluviosa tropical	76-86	26-28	1-5
Selva lluviosa paratropical	(61)70-75	21-24	4-13
Selva lluviosa submontana	72-73	24	1
Selva lluviosa montana	57-69	16-23	2-4
Selva subtropical	41-55	19	12-19
Selva mesofítica mixta	24-38	19	22-26
Bosque de <i>Quercus</i> deciduo	22	19	30
Bosque madera dura mixto boreal	10	4	40

Tabla 5: Relación de los porcentajes de hojas con borde entero para distintas zonas climáticas; las zonas climáticas se definen según la temperatura y humedad. (según Dilcher 1973).

Montano	15	24	36	82	Templado	
Montano inferior	34	47	64	61	Templado Cálido	
Pre montano			78	85	Subtropical	
Tropical	85	64	73	91	83	Tropical
	Seco	Estacional Seco	Ligeramente Humedo	Húmedo	Lluvioso	

Otras características foliares que se utilizaron como indicadores climáticos, siguiendo a Troncoso (manuscrito) y Wolfe (1978), son las siguientes:

- 1- El ápice acuminado es característico de ambientes con altas temperaturas y altas precipitaciones medias anuales; este tipo de ápice es particularmente frecuente en plantas del sotobosque.
- 2- Hojas pequeñas y gruesas, características de áreas secas o asoleadas, contrastan con las hojas grandes y delgadas de áreas más húmedas o sombreadas. Los taxa de suelos pobres en nutrientes a menudo tienen también hojas pequeñas y gruesas aún en sitios húmedos.
- 3- Las hojas espinosas son relativamente comunes en áreas mediterráneas semiáridas, como también el hábito deciduo.
- 5- Las hojas compuestas son frecuentes en formaciones con regímenes con lluvias de verano y una estación seca prolongada. También son frecuentes en hábitats sucesionales.

Análisis de Afinidad florística

En la Fig. 7 se muestran todas las tafofloras del sur de Sudamérica que se consideraron para las comparaciones florísticas con nuestros registros, y/o para las interpretaciones paleogeográficas del Terciario de la región. En el Anexo 2 se proporcionan los datos sobre localización, carácter florístico y edad de estas tafofloras.

Para las comparaciones florísticas de nuestros registros con otras tafofloras se estableció primeramente cuáles taxa habrían sido documentados previamente en la literatura. Se consideró solo el nivel genérico y no se utilizó determinaciones que refieren a meras afinidades botánicas (e.g. *Perseaphyllum*, *Phyllites*) o a flores y frutos (e.g. *Carpolithus*). Para evaluar la afinidad florística a nivel de géneros se utilizó el índice de similitud de Sorensen (Mueller-Dombois & Elleberg 1974):

$$S: 2c / (A + B).$$

donde c = Número de géneros comunes, A y B = Número de géneros de cada miembro del par de tafofloras comparadas. Los resultados se expresaron como dendrogramas de similitud.

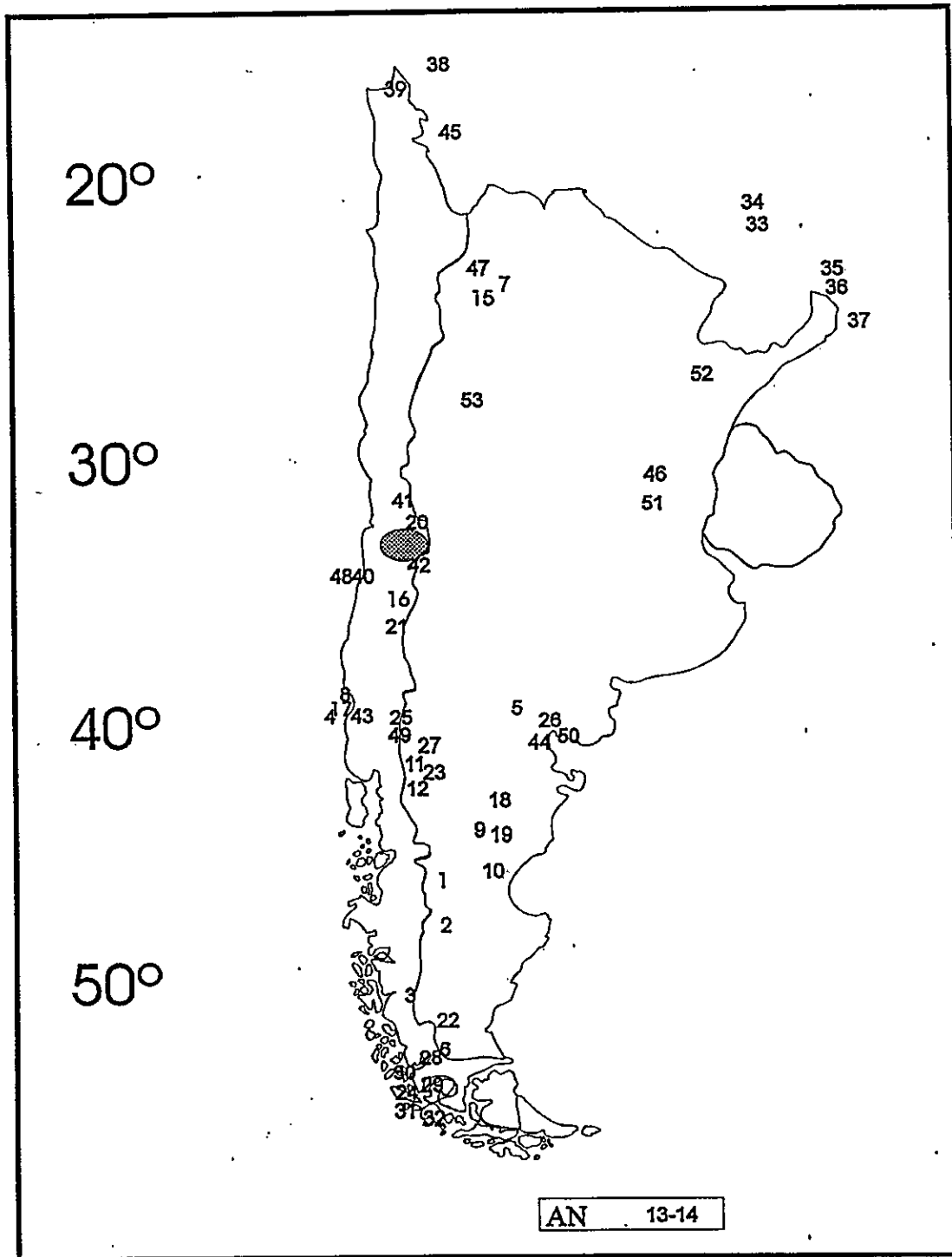


Fig. 7: Floras Terciarias de Austrosudamerica consultadas en este estudio. Los números corresponden a las taofloras enumeradas en el Anexo 2.

● Taofloras de la Dehesa AN: Antártica

RESULTADOS

DESCRIPCION TAXONOMICA DE LA TAFOFLORA CERRO LAS AGUILAS

Se determinó taxonómicamente 13 órganos-especies para el afloramiento Cerro Las Aguilas. Ellas representan a siete familias. Una impronta no pudo ser determinada y se describe como *Phyllites*, con afinidad taxonómica incierta. En la Tabla 6 se listan los taxa registrados:

Tabla 6: Composición florística de la tafoflora Cerro Las Aguilas, Precordillera de Santiago.

FAMILIA	ORGANO - ESPECIE
Cupressaceae	<i>Austrocedrus</i> sp.
Blechnaceae	<i>Blechnum</i> sp.
Berberidaceae	<i>Berberis</i> sp.
Fagaceae	<i>Nothofagus serrulata</i> Dusén
Lauraceae	<i>Phoebe</i> sp. <i>Persea</i> sp. <i>Laurophyllum</i> sp1. (? <i>Cryptocarya</i>) <i>Laurophyllum</i> sp2.
Leguminosae	<i>Cassia</i> sp. (<i>Senna</i>)
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp. <i>Myrtaceae</i> sp1. <i>Myrtaceae</i> sp2.
Incertae Sedis	<i>Phyllites</i> sp.

A continuación se describe cada uno de los taxa examinados, se discute su posición taxonómica, y se cita el material estudiado. Ver anexo 1 para las definiciones de los términos especializados usados en las descripciones. El tamaño de la vena media es calculado como la razón av/Ah , donde av es el ancho de la vena y Ah ancho de la hoja. La forma de la hoja es definida como la razón L/A , donde L es el largo de la hoja y A el ancho de la hoja. El material citado como **LA** alude al yacimiento Cerro Las Aguilas, los números corresponden a las muestras de roca estudiadas, y las letras a la distinción de improntas dentro de una misma muestra.

MAPUCHANNEI

UCH-FC

MAG-B H663

CUPRESSACEAE

AUSTROCEDRUS sp. (Lám. I, Foto 1)

Ramilla aplanada, de 13 mm de largo por 12 mm de ancho. Hojas adpresas, de 4 mm de largo por 1 mm de ancho hacia el centro de la ramilla, y 2 mm de largo por 1 mm de ancho hacia el ápice; escuamiformes, dispuestas en forma decusada. Hay dimorfismo foliar, con hojas laterales más largas que las faciales. Las hojas laterales presentan una base aguda, aquillada, y el ápice es agudo. Las hojas faciales presentan una forma triangular.

Taxonomía: La disposición y dimorfismo foliar que presentan las hojas permiten asignar el material fósil al género *Austrocedrus*. Las ramillas recuperadas muestran características foliares muy similares a *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic.-Ser. et Bizz.

Material estudiado: LA 21b; LA 23e

BLECHNACEAE

cfr. *BLECHNUM* sp. (Lám. I, Foto 2-3)

Fronda de 21-45 mm de largo por 10-15 mm de ancho. Las pinnas tienen forma ovada ancha, con 4-5 mm de largo por 4-5 mm de ancho.

Las pinnas se disponen en forma alterna a subopuesta, la base se inserta en toda su extensión al raquis de la fronda.

El margen es entero a eroso, observándose bien esta característica hacia el ápice de la pinna. Se observa algunas pinnas con el margen revoluto.

La venación es pinnada. La vena principal de las pinnas tienen un recorrido sinuoso, ramificándose una vez hacia el ápice.

Las vénulas secundarias, 4-5 pares, nacen con ángulo agudo, ramificándose una vez hacia el final de su recorrido principalmente. Sin embargo, algunas muestras presentan el nacimiento de la ramificación más tempranamente en su recorrido, alcanzando ambas el margen de la pinnula.

Taxonomía: El fósil presenta semejanza con la especie actual *Blechnum microphyllum* (Goldman) Morton, en especial por el tipo de margen eroso de las pinnas y la disposición imbricada hacia la base de la fronde. Las venas secundarias de las pinnas de *B. microphyllum* son de 5-6, el grosor de las vénulas también es similar. Con *B. corralense* Espinosa, comparte el tipo de margen, y el número de vénulas (4-5), sin embargo estas no se

ramifican o lo hacen muy tardíamente (casi en el borde de la pinna). Con *B. penna-marina* (Poir) Kuhn, sus secundarias muy similares y dispuesta en igual forma; el grosor relativo de las vénulas es coincidente, como asimismo la bifurcación de las secundarias.

Frenguelli (1941), describió el taxón fósil *Blechnum turbioense* Frenguelli, para la Formación Guillermo (Patagonia Argentina). Este taxa comparte con nuestros ejemplares la forma y disposición de las pinnas, su modo de inserción en el raquis, y el número de nervios laterales. La ramificación de los nervios laterales de *B. turbioense* Frenguelli se produce tempranamente en su recorrido. La forma de la fronda del ejemplar descrito por Frenguelli es lanceolada, pero no se dispone de frondes enteras en *Blechnum sp.* para hacer comparaciones. *Blechnum turbioense* es similar a *Blechnum penna-marina* (Poir) Kuhn actual.

Material estudiado: LA 18 a y b; LA 2 a; LA 28 a; LA 30a ; LA 34; LA 36 b; LA 72.

BERBERIDACEAE

BERBERIS sp (Lám. I, Foto 4)

Lámina simétrica de 10 mm de largo por 7 mm de ancho, forma obovada ancha y base ausente. Apice agudo terminando en un diente. Margen dentado, agrupándose preferentemente los dientes en la mitad superior de la lámina. Los dientes, en número de 7, se disponen 3 por hemilámina y uno apical, son de tipo derecho-derecho a derecho-convexo.

Los senos son predominantemente angulares, la textura es coriácea, con probables glándulas en los dientes.

Venación de tipo pinnada cráspedodroma semicráspedodroma. Vena primaria de tamaño moderado ($av/Ah = 0.26$) a débil, adelgazándose hacia el ápice, con un recorrido derecho o algo sinuoso.

Cinco pares de venas secundarias. Presentan un ángulo de divergencia agudo moderado sin variaciones. Se observan claramente solo las secundarias superiores, las cuales nacen en forma alterna.

Las dos últimas secundarias alcanzan el ápice de los dos últimos dientes y su recorrido es sinuoso. Al llegar a la base del diente la secundaria se ramifica. La ramificación se une a la primaria formando un arco broquidódromo, en un ángulo agudo ancho.

Las secundarias inmediatamente inferiores alcanzan el seno de un diente y se ramifican formando un arco con la secundaria superadyacente, la unión de estas dos secundarias por el arco es agudo.

Taxonomía: El ejemplar recuperado es similar a algunas hojas del actual *Berberis darwinii* Hook, por la disposición de las secundarias y su llegada al ápice. El fósil se diferencia de *B. darwinii*, porque no tiene vena intramarginal.

Material estudiado: LA 52a

FAGACEAE

NOTHOFAGUS SERRULATA DUSEN (Lám. I, Foto 5-6-7)

Lámina de 56 mm de largo por 25-34 mm de ancho, generalmente simétrica en ápice y base, pudiendo ser ocasionalmente algo asimétrica. Base redondeada a cordada, con margen serrado. Dientes de tipo derecho (basal)/convexo(apical) y cóncavo/convexo, llegando incluso ser convexo/convexo. Los senos son redondeados, presentándose el seno principal en el lado superadyacente de las venas secundarias. Entre dos dientes primarios sucesivos, aparece un diente secundario; este último se encuentra situado próximo al diente primario superior.

Lámina de textura cartácea. No se observa glándulas. Se ha recuperado solo una muestra con pecíolo, el cual mide 4 mm y es del tipo normal.

Venación de tipo pinnada craspedodroma simple. Vena primaria de recorrido derecho, sin ramificar, de tamaño fuerte ($av/Ah=0.3$).

Las venas secundarias (11 pares) se presentan con un ángulo de divergencia agudo angosto, no presentándose variaciones en el recorrido de la lámina. Su grosor relativo es moderado; su recorrido es derecho, algo sinuoso, penetrando al ápice de un diente al llegar al borde de la hoja. Al alcanzar el borde de la lámina, de las secundarias nace una ramificación de segundo orden que va a terminar su recorrido en el ápice de un diente secundario inferior.

Las venas terciarias inferiores (que nacen en el lado admedial del área intercostal) nacen en un ángulo recto, curvándose en forma exmedial y uniéndose a la primaria en un ángulo recto. En general, las venas terciarias presentan un solo segmento de vena, aunque pueden generar ramificaciones, y terminan uniéndose en un ángulo recto con la secundaria opuesta. Las venas terciarias superiores (las que nacen en el lado exmedial del área intercostal) nacen en un ángulo recto-recto, presentando un modelo percurrente, de recorrido derecho algo sinuoso, presentándose recurvado hacia la cercanía de la vena media. El ángulo de inclinación de las venas terciarias en relación con la vena media es oblicuo, permaneciendo este ángulo, constante.

Las venas cuaternarias presentan un tamaño relativo grueso, con una trayectoria ortogonal. La venación última marginal es fimbriada. Se observan areolas bien desarrolladas, con una disposición orientada y forma cuadrangular, de tamaño mediano. No se observan vénulas.

Taxonomía: El fósil puede ser asignado a *Nothofagus serrulata* Dusén, por el tipo de diente y el número de dos dientes irrigados por cada secundaria. El tipo de seno redondeado de algunos ejemplares fósiles, coincide con las descripciones hechas de *N. serrulata* Dusén (redescritas por Romero y Dibbern 1985). La especie fósil es muy afín con la especie actual *Nothofagus alessandrii* Espinosa (Gandolfo 1994), con la que comparte la disposición del seno principal inmediatamente por encima del nervio secundario.

Se ha recuperado gran cantidad de fragmentos de este material, conservándose escasamente los márgenes, ápices y borde. Se observa gran variabilidad en las formas de los dientes, incluso en una misma muestra, manteniéndose constante el número de dientes secundarios entre dientes primarios consecutivos. La venación terciaria, y de ordenes mayores, presentan excelente preservación en todas las muestras estudiadas.

Material estudiado: LA 20; LA 5; LA 21a; LA 36a; LA 55a; LA 58a; LA 60a; LA 60b; LA 60c; LA 70; LA 67 b; LA 67c.

LAURACEAE

***PHOEBE* sp.** (Lám. I, Foto 8-9)

Lámina de base y ápice simétricas, de 25 mm de largo por 15 mm de ancho (L/A: 1.6), forma obovada angosta, ápice redondeado a agudo ancho, y base aguda. El margen es entero, la textura cartácea-coriácea, no se observa glándulas, y el pecíolo está ausente.

Venación de tipo pinnada camptódroma broquidódroma. Vena primaria presenta un tamaño fuerte ($av/Ah:0.3$) de recorrido derecho y sin ramificar.

Las venas secundarias (6 pares) nacen en ángulo agudo angosto hacia la base, haciéndose agudo moderado hacia el ápice. Su grosor relativo es moderado. Las secundarias inferiores presentan un recorrido curvado, produciéndose la curvatura abruptamente en el lado exmedio de la lámina. Las secundarias superiores se unen entre sí en un ángulo agudo a

recto. Se observa intersecundarias simples, que pueden llegar a unirse al arco que une dos secundarias consecutivas.

El primer par de venas secundarias se une a las superiores por medio de una serie de arcos broquidódromos, de forma cuadrangular.

Se puede distinguir dos tipos de áreas intercostales: El primero, compuesto por el primer par de venas secundarias, presenta un tamaño ancho. El segundo tipo de área intercostal comprende las restantes venas secundarias y es estrecha.

No se observa claramente venas terciarias. Se puede distinguir algunas terciarias con un modelo percurrente simple, siguiendo una trayectoria convexa a sinuosa, naciendo de la secundaria en un ángulo próximo al recto; la más cercana a la vena media se une a ella en un ángulo agudo.

Se observa zonas (areolas?) de forma cuadrangular, con disposición al azar. La venación última marginal es ojalada. No se observa vénulas.

Taxonomía: La venación exhibida por el ejemplar fósil es similar a las características presentada por *Phoebe sp.* Troncoso, registrado en la tafoflora de Navidad. En particular, ambos fósiles comparten el tamaño del área intercostal del primer par de secundarias. En Navidad, la especie fósil es comparada con la especie actual *Phoebe montaba* Griseb.

Material estudiado: LA 2b.

cfr. *PERSEA* sp. (Lám. I, Foto 10-11-12)

Impronta foliar de lámina simétrica, ápice redondeado y base aguda normal. Forma elíptica u obovada, de 50-60 mm de largo por 30-36 mm de ancho. Margen entero y textura coriácea; no se observa glándulas ni se recuperó muestras con pecíolo.

Venación de tipo camptódromo broquidódromo, vena primaria de tamaño fuerte (av/Ah: 0.3), con un recorrido derecho y sin ramificar.

Las venas secundarias (5 pares) nacen en un ángulo agudo moderado a agudo angosto, presentando variaciones en su divergencia hacia el ápice. Su grosor relativo es grueso y presentan un recorrido recurvado, uniéndose a otras secundarias adyacentes por arcos broquidódromos en un ángulo agudo. Por fuera de este arco broquidódromo se forman ojales que conectan a los arcos principales. El ángulo de unión también es agudo.

Las venas terciarias nacen en un ángulo recto, presentando un recorrido percurrente simple. En relación con la vena media forman un ángulo oblicuo y tienen disposición opuesta.

Las venas cuaternarias forman un retículo, a manera de una malla ortogonal fina que delimita pequeñas áreas de formas principalmente cuadrangulares. No se observa vénulas ni venas de orden superior.

Taxonomía: Las características del ejemplar fósil permiten claramente una asignación a la Familia Lauraceae, por la presencia de la malla ortogonal en las áreas intercostales. El fósil

comparte con *Persea lingue* Ness, actual, la forma del recorrido de las venas secundarias y las venas terciarias. Sin embargo, las venas terciarias del ejemplar fósil presentan un tamaño débil, diferente a la especie actual. La asignación del fósil al género *Persea* es, por esto, dudosa.

En la localidad fosilífera de el Arrayán, cercana al sitio de estudio, se registró un ejemplar que fue asignado al género *Persea* (Fuenzalida 1964). Este ejemplar tiene hojas de 94 mm de largo por 59 mm de ancho, venas secundarias de tamaño moderado a débil, no observándose venación de tercer orden. Se diferencia de nuestro ejemplar por el mayor tamaño de la lámina y el tamaño (moderado a débil) de las venas secundarias.

La muestra LA1 corresponde a una impronta sin su ápice, no apreciándose variaciones en el ángulo de divergencia con medidas de 60 mm de largo por 32 mm de ancho. La muestra LA 15a es un fragmento de impronta de 22 mm largo por 21 mm de ancho (ancho de hemilámina de 12 mm). En ella se observa claramente la formación de un arco broquidódromo entre dos secundarias adyacente, observándose además la presencia de ojales como venación última marginal. El ángulo de divergencia de las secundarias presentes en esta muestra es agudo angosto.

Material estudiado: LA 1; LA 15a; LA 21c; LA 23c.

***LAUROPHYLLUM* sp (*Cryptocarya?*sp) (Lám. II, Foto 1)**

De este taxón se ha recuperado fragmentos de la porción basal y parte de la lámina. La lámina es asimétrica, de 51 mm de largo por 34 mm de ancho, forma oblonga ancha (L/A: 1.5), base asimétrica redondeada, de margen entero y textura coriácea. El ápice no fue recuperado.

Venación de tipo pinnada camptódroma broquidódroma. Vena primaria de tamaño fuerte y recorrido curvado suavemente, no ramificado.

Las venas secundarias (4 a 5 pares observadas) nacen en forma opuesta (el primer par), haciéndose alternas (las superiores). Angulo de divergencia agudo, sin presentar variaciones, grosor relativo grueso. Presentan un recorrido curvado abruptamente, la curvatura se produce con varios cambios bruscos en la dirección de las secundarias, formando así el arco. Las secundarias se unen a la superadyacente en un ángulo agudo. Areas intercostales prominentes de 14-15 mm de ancho (tomado entre el nacimiento de dos secundarias consecutivas).

Las venas terciarias nacen en un ángulo recto, presentando un modelo ramificado transversal.

Las venas intersecundarias son compuestas y se unen al arco broquidódromo. La intersecundaria observada presenta un ángulo de divergencia agudo ancho, con respecto a la primaria. No se observa venas de orden superior.

Taxonomía: Este ejemplar fósil es similar en algunas características cfr. *Persea* sp. (este trabajo). Sin embargo, las notables diferencias en las áreas intercostales hacen dudosa la asignación a *Persea*. La actual especie del Brasil *Cryptocarya moschata* Ness & Mart presenta también grandes áreas intercostales, semejantes a las observadas en nuestro ejemplar fósil, razón por lo cual es posible una correspondencia con este género. El nombre *Laurophyllum* solo indica la pertenencia del taxón a la familia Lauraceae.

Material estudiado: LA 67 y LA 68.

***LAUROPHYLLUM* sp2.** (Lám. II, 2-3)

Impronta foliar simétrica, de 39 mm de largo por 17 mm de ancho, forma elíptica, ápice agudo acuminado, y base aguda normal. El margen es entero, de textura cartácea, no observándose glándulas. Pecíolo de 3 mm de largo, normal. Venación de tipo pinnada camptódroma broquidódroma.

Vena primaria algo curvada, siguiendo la orientación del fósil, sin presentar ramificaciones. Tamaño moderado, adelgazándose hacia el ápice.

Las venas secundarias (7 pares) se disponen en forma opuesta. Las venas basales son de grosor relativo delgado y presentan un ángulo de nacimiento agudo angosto. Las venas secundarias siguientes presentan un ángulo de nacimiento agudo moderado (aprox. 45°), haciéndose agudo ancho, para terminar aproximadamente recto en el ápice. Presentan un grosor relativo moderado. Su recorrido es curvado uniformemente, uniéndose a la

secundaria superadyacente en un ángulo agudo. Venas intersecundarias simples, no se observa venas de orden superior.

Taxonomía: El fósil recuerda a algunos géneros de la Familia Lauraceae, en especial por la disposición de las venas secundarias. Sin embargo la pobre preservación de sus venas solo permite asignarlo con dudas a la familia Lauraceae. *Ocotea pulchella* Mart de Misiones, norte de Argentina, comparte con nuestro ejemplar la presencia de ápice agudo-acuminado, la alternancia de las secundarias y el número de venas secundarias.

Material estudiado: LA 66

LEGUMINOSAE

CASSIA sp. (Lám. II, Foto 4)

Lámina simétrica, de 38 mm de largo por 10 mm de ancho, con forma elíptica angosta, ápice agudo ancho a obtuso y base aguda normal, asimétrica. Margen entero y textura coriácea.

Venación de tipo pinnada camptódroma. La vena media de tamaño fuerte (av/AH: 0.3), presenta un recorrido derecho y sin ramificar.

Las venas secundarias (6 pares) presentan un ángulo de divergencia agudo moderado, su grosor relativo es moderado a delgado, no llegando a ser capilar. El recorrido

se presenta de curvado a derecho, perdiendo identidad hacia el margen. No se observa características mayores en la muestra.

Taxonomía: A pesar de su mal estado de preservación, el ejemplar fósil puede ser asignado al género *Cassia*, por la presencia de una base asimétrica (propia de las Leguminosas, Caesalpinaceae). La forma del recorrido de las secundarias es análogo a *Cassia argentinensis* Berry; también la forma de la lámina es similar a algunos folíolos de especies de *Senna* y *Cassia* actuales.

Material estudiado: LA 65

MYRTACEAE

MYRCIA sp. (Lám. II, Foto 5-6-7-8)

Impronta y contraimpronta de 24 mm de largo por 10 mm de ancho. Lámina simétrica de forma elíptica, ápice agudo acuminado y base aguda normal. El borde es entero y la textura al parecer coriácea, no observándose glándulas. El pecíolo es normal, de 1.5 mm de largo.

Venación de tipo pinnada camptódroma broquidódroma. Vena primaria de tamaño moderado (av/Ah:0.05), de recorrido algo recurvado y sin ramificar.

Las venas secundarias (10 pares) basales nacen en un ángulo agudo ancho, variando este ángulo a obtuso (hasta 90°) en el ápice. Presentan un recorrido derecho, curvándose hacia el final de su recorrido, uniéndose a la secundaria superadyacente en un ángulo obtuso. La unión de las secundarias entre sí presenta escotaduras. Se observa venas intersecundarias ramificándose admedialmente. Las secundarias nacen en forma opuesta a subopuesta. No se observa venas de orden superior.

Taxonomía: El taxón fósil es comparable con la órgano-especie *Myrcia sp.* Troncoso (1991), diferenciándose de ésta en el ápice y al número algo menor de venas secundarias. También comparte algunas características del ápice con los taxa fósiles *Myrcia reticulato-venosa* Engelhardt y *Myrcia deltoidea* Engelhardt, pero se diferencia de ellas en el ángulo de divergencia de las secundarias apicales.

Material estudiado: LA 43a

MYRTACEAE sp.1 (Lám. II, Foto 9-10)

Impronta foliar de lámina y base simétricas, ápice ausente y base aguda normal. Impronta de 11-14 mm de largo por 6-8 mm de ancho, de forma elíptica (L/A: 1.75), con margen entero y textura cartácea. No se observa glándulas ni pecíolo.

La venación es de tipo pinnada camptódroma broquidódromo. Vena primaria de recorrido derecho sin ramificar, de tamaño moderado.

Las venas secundarias (3 pares) presentan un ángulo de divergencia agudo- agudo moderado, en LA23, este ángulo varía a obtuso hacia el ápice. El recorrido es curvado suave y se unen a las secundarias superadyacente en un ángulo aproximadamente recto, formando una vena intramarginal. Se observa una vena intersecundaria ramificándose admedialmente. No se observa mayores detalles de venación de orden superior.

Taxonomía: Algunas características observadas en la muestra LA 23 b nos permiten asignar el espécimen fósil a la Familia Myrtaceae. Estas características son: Presencia de venas intersecundarias, ramificándose admedialmente, y de venas intramarginales. Sin embargo, la carencia de mayores detalles en la nervación de nuestros fósiles no nos permite determinar este material más allá del nivel familiar.

Material estudiado: LA 2c; LA 23b.

***MYRTACEAE* sp2. cfr (Lám. II, Foto 11)**

Lámina simétrica, elíptica, de 15 mm de largo por 9 mm de ancho, ápice agudo y base aguda normal, de forma ovada. Margen entero, textura al parecer coriácea a subcoriácea, no observándose glándulas, Peciolo 1 mm, del tipo normal.

Venación de tipo pinnada camptodroma broquidódroma. Vena primaria de recorrido derecho sin ramificar de tamaño moderado (av/Ah: 1.6%).

Venas secundarias (5 pares) nacen en un ángulo agudo moderado. Su grosor relativo es delgado, presentando un recorrido derecho que se curva abruptamente hacia el final de este, uniéndose a la secundaria superadyacente en un ángulo obtuso, formando así una vena intramarginal.

Taxonomía: Se han recuperado ejemplares de características similares al descrito, con tamaños de 18 mm de largo por 10 mm de ancho, también menores (10 mm de largo por 5 mm ancho), con bases agudas normal y ápice agudo. Estos especímenes son similares al anteriormente descrito como *Myrtaceae* sp1, por la presencia de vena intramarginal; sin embargo no vemos detalles de la nervadura, por eso solo podemos asignarlos a la familia Myrtaceae, con ciertas dudas.

Material estudiado: LA 64a; LA 15b; LA 4a

AFINIDAD DESCONOCIDA

***PHYLLITES* sp.** (Lám. II, Foto 12)

Lámina simétrica, ápice emarginado y base anchamente redondeada, de 11 mm de largo por 11 mm de ancho. Forma elíptica orbiculada, de borde entero y textura cartácea. No se observa glándulas y el pecíolo está ausente.

Venación mal preservada, pinnada camptodroma broquidodroma. Vena primaria recta de tamaño moderado y sin ramificar. Venas secundarias (3 pares) con un ángulo de

divergencia agudo moderado, sin variación. El recorrido se presenta curvado uniformemente y su grosor relativo es moderado. El ángulo de unión entre las venas secundarias adyacentes es agudo, para el primer par, variando a obtuso, en el segundo. No se observa venas de orden superior.

Material estudiado: L.A. 7

CARACTER FITOGEOGRAFICO DE LA TAFOFLORA CERRO LAS AGUILAS

Para poder caracterizar fitogeográficamente la paleocomunuidad registrada en Cerro Las Aguilas, se analiza a continuación la distribución geográfica actual de los géneros determinados. La distribución general de los géneros, y su número de especies, fueron consultados en Willis (1985) y Mabberley (1987).

1.- *Blechnum*: Género cosmopolita, con distribución principal en el Hemisferio Sur. La órgano-especie registrada es comparable a *Blechnum microphyllum*, especie endémica de los bosques andinos de Chile y Argentina. En Chile se distribuye desde la Provincia de Cordillera hasta la de Llanquihue (33° 46' S-41° 08' S) entre 5-2600 m.s.n.m. también en la región andina del sur de Argentina (Marticorena & Rodríguez 1995).

2.- *Austrocedrus*: Género monotípico y endémico de los bosques subantárticos sudamericanos de Chile y Argentina, representado por la única especie *Austrocedrus chilensis*, que se distribuye desde 32°39' S, en Chile, hasta 43°35' S, en Argentina (Villagrán

et al 1995). Crece en suelos pedregosos y pocos profundos. Es una especie heliofila, resistente a la sequía y a la acción del viento, encontrándose preferentemente en los faldeos andinos, desde los 900 a 1800 m, y en las partes altas de la Cordillera de la Costa (Marticorena & Rodríguez 1995 ; Rodríguez et al 1983).

3.- *Berberis* : Género cosmopolita, distribuido en América del Norte y Sur, Eurasia y Norte de Africa. El taxón fósil es afín con *Berberis darwinii*, con distribución en Chile desde Ñuble a Patagonia (37° S-54°S) (Hoffman 1991).

4.- *Nothofagus*: Género subantártico, con 35 especies distribuidas en Nueva Caledonia, Nueva Guinea, Nueva Zelandia, Tasmania, Australia y Sudamérica templada. En Sudamérica está representado por 10 especies. *Nothofagus serrulata* es afín a *Nothofagus alessandrii* (Gandolfo 1994). Esta especie es un árbol endémico de Chile y ocupa un área muy restringida, en la Cordillera de la Costa entre 35°05' y 35°52' S (Villagrán et al 1995). Es una especie intolerante a la sombra, con tendencia a formar bosques puros en quebradas sombrías de exposición sur y suelos ricos en materia orgánica (Rodríguez et al 1983).

5- *Phoebe*: Género tropical a subtropical, con 70 especies. Distribuidas en Indomalasia, America y Oeste de India.

6.- *Persea*: Género tropical a subtropical, con 150 especies del bosque montañoso del sur de Brasil y bosques lluviosos de las laderas andinas, entre 2000-3000 m.s.n.m. También en las cadenas montañosas de America Central, continuando a lo largo de la Sierra Madre occidental y oriental de México hasta Norte América, y en el oeste de India (Kopp 1966). En Chile existe una sola especie, *Persea lingue*, árbol endémico de los bosques de Chile central-sur que alcanza el límite austral de las Lauráceas americanas, y se distribuye entre 33°05'S y 43°11'S, y hasta los 900 m. de altitud. Se desarrolla preferentemente en suelos más o menos profundos, pero puede encontrarse bajo condiciones deficientes de luz y humedad (Rodriguez et al 1983).

7.- *Cassia* : Género con distribución tropical y templada cálida con alrededor de 600 especies.

8.- *Myrcia* Dc.ex Gillen: Género tropical con 500 especies de Sudamérica.

En la Tabla 7 se resumen las características fitogeográficas de la flora registrada en Cerro Las Aguilas. Se observa que ella esta integrada por tres elementos fitogeográficos distintos:

1.- **Elemento Tropical-Subtropical**; que incluye un grupo de taxa característicos de bosque húmedo, como *Persea*, *Phoebe*, *Myrcia*. Se incluyen además en este elemento a las Myrtaceae y a *Laurophyllum*, por pertenecer a familias ampliamente representadas en ambientes tropicales y subtropicales méxicos. Por ejemplo, *Laurophyllum* sp.1, es afín a la

especie del Brasil *Cryptocarya moschata* Ness & Mart, que se distribuye en la costa Atlántica del sur de Brasil y la mata latifoliada del Rio Uruguay; *Laurophyllum* sp.2 es una especie que presenta ápice acuminado, carácter asociado a taxa que habitan regiones húmedas. *Phyllites* también ha sido incluido en este elemento por presentar un ápice acuminado. El elemento subtropical xérico está representado únicamente por el género *Cassia*, con especies distribuidas en regiones subtropicales más secas.

2.- Elemento Subantártico, que incluye *Nothofagus serrulata* y *Austrocedrus* sp., representantes de géneros de distribución antártica con clima templado-frío y húmedo.

3.- Elemento cosmopolita, que incluye dos taxa de distribución amplia, *Blechnum* y *Berberis*. Sin embargo, si se considera la afinidad de los fósiles con las especies *Blechnum microphyllum* y *Berberis darwinii*, ambos taxa podrían ser integrados al elemento Subantártico.

Tabla 7: Elementos fitogeográficos de la taoflora Cerro Las Aguilas.

TAXA		ELEMENTO
<i>PERSEA</i>	(LAURACEAE)	TROPICAL SUBTROPICAL MESICO
<i>PHOEBE</i>	(LAURACEAE)	
<i>MYRCIA</i>	(MYRTACEAE)	
<i>MYRTACEAE 1</i>		
<i>MYRTACEAE 2</i>		
<i>LAUROPHYLLUM 1</i>		
<i>LAUROPHYLLUM 2</i>		
<i>PHYLLITES 1</i>		
<i>CASSIA</i>	(LEGUMINOSAE)	TROPICAL- SUBTROPICAL XERICO
<i>NOTHOFAGUS SERRULATA</i>	(FAGACEAE)	SUBANTARTICO
<i>AUSTROCEDRUS</i>	(CUPRESSACEAE)	
<i>BERBERIS</i>	(BERBERIDACEAE)	AMPLIO
<i>BLECHNUM</i>	(BLECHNACEAE)	

En resumen, la composición florística de la taoflora de Cerro Las Aguilas corresponde a una mezcla de taxa de carácter tropical-subtropical (mésico y xérico), con taxa de carácter subantártico y de amplia distribución. Este carácter de la taoflora corresponde con el concepto de Taoflora Mixta con *Nothofagus*, en el sentido de Romero (1978, 1986).

ANÁLISIS FISIONÓMICO-CLIMÁTICO DE LA TAFOFLORA CERRO LAS AGUILAS

Para Cerro Las Aguilas se determinó 11 tipos foliares distintos (órgano-taxa), de los cuales 5 corresponden a la clase de tamaño Nanofila (45,5 %) y 6 a la clase Microfila (54,5 %) (Fig. 8). Las clases de tamaño mayores no se encuentran representadas en el afloramiento. Por, tanto la razón hojas grandes a pequeñas es 0/100. El porcentaje de hojas con borde entero es de 81,8%.

La comparación de los resultados de este análisis fisionómico con los datos de la literatura, sugiere que Cerro Las Aguilas correspondería a un clima templado-frío, húmedo y montano, de acuerdo a los índices fisionómicos proporcionado por Dilcher (1973), en la Tabla 2. De acuerdo al análisis foliar (Tabla 3), de las formaciones subtropicales de Sudamérica (Sarmiento 1972), el clima de la tafoflora de Cerro Las Aguilas correspondería a un matorral subtropical seco a semidesértico. De acuerdo al alto porcentaje de hojas con borde entero (81,8%), la flora fósil correspondería a una selva lluviosa tropical (Tabla 4), según Wolfe (1971), o a un bosque montano frío y lluvioso (Tabla 5) según Dilcher (1973).

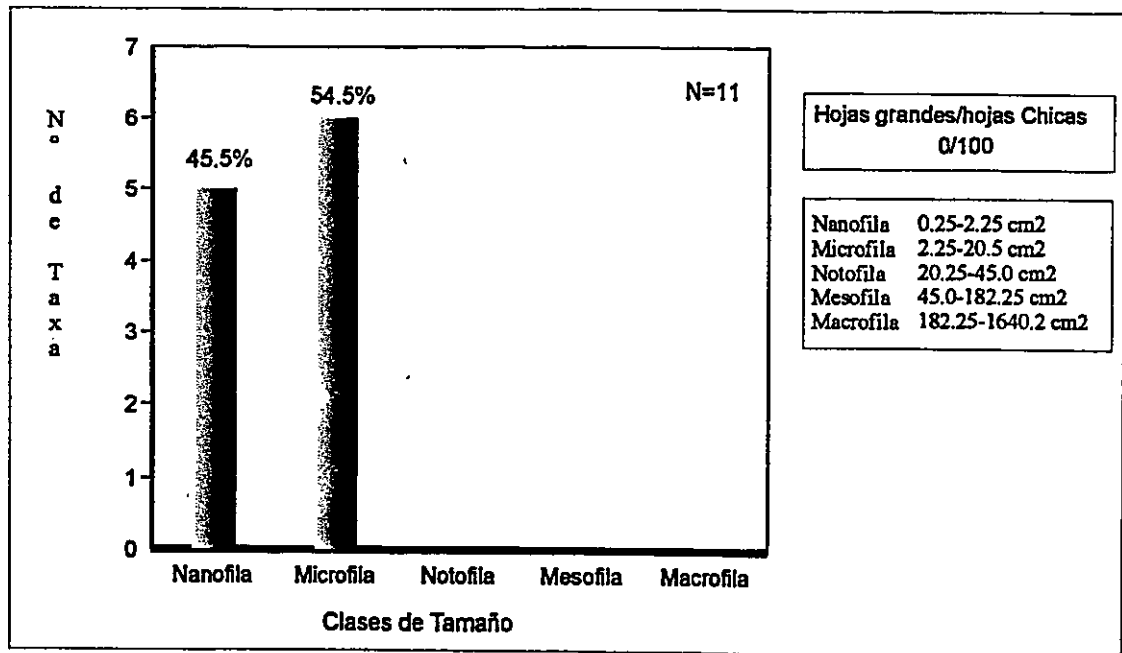


Fig. 8: Distribución de las improntas foliares de la tafoflora Cerro Las Aguilas en las clases de tamaño de Raunkier (1934)

Considerando la composición florística de la taoflora Cerro Las Aguilas, como también el análisis fitogeográfico de los taxa, se puede descartar categóricamente la afinidad con un matorral seco a semidesértico; el análisis fisionómico foliar y el tipo de borde predominante indican un carácter de bosque lluvioso para la taoflora, hecho coherente con la distribución actual de los taxa, siendo bastante ambigua la indicación de temperaturas. Sin embargo, el absoluto dominio de hojas pequeñas parecería indicar un clima templado-frío.

RELACIONES FLORISTICAS DE LA TAOFLOA CERRO LAS AGUILAS.

De los taxa registrados en el afloramiento Cerro Las Aguilas, los siguientes han sido documentados en la literatura (Fig. 7)

- 1.- *Austrocedrus sp.* : El género ha sido documentado para el Paleoceno-Eoceno de Pichileufú (Berry 1938) y el Mioceno Inferior alto de Matanzas-Goterones, Navidad (Troncoso 1991; Troncoso y Romero 1993). Además se ha descrito troncos fósiles, asignados a *Cupressinoxylon austrocedroides*, para el Mioceno(?) de Nacimiento Concepción (Nishida 1984).
- 2.- *Blechnum sp.*: El género ha sido registrado en los afloramientos del Paleoceno de Lota-Coronel (Engelhardt 1891; Berry 1922); Paleoceno-Eoceno de Península Fildes, Antártica (Troncoso 1986); Eoceno inferior de Quinamávida (Troncoso y Muñoz 1988; Troncoso 1992); Eoceno medio de Río Turbio (Frenguelli 1941); Eoceno superior-Oligoceno inferior

de Formación Guillermo (Frenguelli 1941) y el Mioceno inferior de Goterones (Troncoso 1991).

3- *Berberis sp.*: El género ha sido documentados para el Paleoceno-Eoceno de Pichileufu (Berry 1938); el Mioceno inferior alto de Goterones y Mioceno Superior bajo de Boca-Pupuya (Troncoso 1991).

4.- *Nothofagus serrulata* Dusén: Esta especie fósil corresponde a un biocrón que se extiende desde el Eoceno medio al Mioceno y fue descrita por Dusén para los yacimientos de Punta Arenas, Formación Loreto, de edad Oligoceno-Mioceno temprano; y Carmen Sylva, Oligoceno superior-Mioceno inferior de Tierra del Fuego. Otros registros del género provienen de: Río Turbio provincia de Sta. Cruz, Eoceno medio (Hünicken 1967; Tanai 1986); Isla Marambio, Antártica, de edad Eoceno superior-Oligoceno inferior; Formación Río Guillermo, Eoceno superior-Oligoceno inferior; Formación Cullen, Eoceno superior-Oligoceno medio (Gandolfo 1994). Su presencia en Cerro Las Águilas representa el primer registro de esta especie fósil en Chile central.

5.- *Persea sp.*: Otros registros del género en el extremo sur de Sudamérica ,proviene de Cerro Baguales, Fm. Mata Amarilla, Cretácico superior, donde se describe *Perseaphyllum hauthalianum* Kurtz ex Hünicken, (Frenguelli 1953; Romero y Arguijo 1981b); Lota-Coronel, Paleoceno (Engelhardt 1891; Berry 1922); Río Turbio, Eoceno medio (Hünicken 1967); El Arrayán, Eoceno medio (Fuenzalida 1964); Boca Pupuya, Mioceno Superior bajo (Troncoso 1991).

6.- *Phoebe sp.*: Otros registros en Lota-Coronel, Paleoceno (Engelhardt 1891; Berry 1922); Pichileufu, Paleoceno-Eoceno (Berry 1938); Rio Turbio (Arroyo Santa Flavia), Eoceno medio (Hünicken 1967); Quinamávida, Eoceno inferior (Troncoso y Muñoz 1988; Troncoso 1992), Puente Bullileo, Eoceno Medio (Troncoso y Muñoz 1988); Boca Pupuya, Navidad, Mioceno Superior bajo (Troncoso 1991).

7.- *Cassia sp.*: Anteriores registros del taxón se dan en Lota-Coronel, Paleoceno (Berry 1922); Península Fildes, Paleoceno-Eoceno, Antártica (Troncoso 1986); Rio Picheleufu, Paleoceno-Eoceno (Berry 1938); El Arrayán, Eoceno medio (Fuenzalida 1964); Medio Rio Ñirihuaú, Eoceno medio a Superior (Fiori 1938); Potosí, Mioceno (Berry 1919); Corocoro, Mioceno (Berry 1922). En Boca Pupuya, Navidad, Mioceno superior alto, se describe *Senna sp.* (Troncoso 1991).

8.- *Myrcia sp.*: Registros del género provienen del sur de Cerro Baguales Fm. Mata Amarilla, Cretácico Superior (Frenguelli 1953); Lota-Coronel, Paleoceno (Engelhardt 1891; Berry 1922); Pichileufu, Paleoceno-Eoceno (Berry 1938); Laguna del Hunco, Paleoceno-Eoceno (Berry 1925); Quinamávida, Eoceno inferior (Troncoso y Muñoz 1988; Troncoso 1992); Rio Turbio Eoceno medio (Hünicken 1967); El Arrayán, Eoceno medio (Fuenzalida 1964); Suroeste Cerro Bernal, Eoceno medio a Superior (Berry 1928, Romero 1979); Mina de Petróleo, Eoceno medio a Superior (Fiori 1941); Bariloche, Eoceno medio a superior (Romero y Arguijo 1981); Boca Pupuya, Navidad, Mioceno superior (Troncoso 1991).

En el cuadro resumen de la Fig. 9, se compara la tafoflora de Cerro Las Aguilas con los registros provenientes de otras tafofloras cretácico-terciarias del sur de Sudamérica. Se

observa que Cerro Las Aguilas presenta mayor afinidad con las Floras Mixtas con *Nothofagus* del Eoceno medio y con las floras mixtas con *Nothofagus* del Mioceno de Navidad (Goterones y Boca Pupuya).

FLORA REGISTRADA EN LAS AGUILAS									
	Austrocedrus	Blechnum	Berberis	Nothofagus	Phoebe	Persca	Cassia (Senna)	Myrcia	EDADES
NATA AMARILLA -						■		■	CRETA/SUPE
PENINSULA FILDES -		■					■		PALEO/EOCE
LOTA/CORONEL -		■		■	■	■	■		
PICHILEUFU -	■		■	■			■		
LAGUNA DEL HUNCO -								■	
QUINAMAVIDA -		■							EOCENO INF
RIO TURBIO -		■		■	■	■		■	EOCENO MED
BULLILEO -			■	■					
ARRAYAN -			■		■	■	■		
RIO NIRIHUAU -				■			■		EOCENO SUP
LA MESETA -				■					EOCE/OLIGO
RIO GUILLEN -				■					
CULLEN -				■					
CARMEN SYLVA -				■					OLIGO/MIOC
GOTERONES -	■	■	■	■					MIOCENO IN
BOCA PUPUYA -			■	■	■	■	■	■	MIOCENO SU
POTOSI -							■		

Fig. 9: Comparación de la taflorea de Cerro Las Aguilas con las tafloreas Cretácico-Terciario del sur de Sudamérica.

El análisis de similitud de Cerro Las Aguilas con otras tafofloras austrosudamericanas se muestran en la Fig. 10. Solamente dos grupos de tafofloras exhiben afinidades por sobre 35%: El primer grupo está integrado por las floras Mixtas con *Nothofagus* de Cerro Las Aguilas y El Arrayán, con un 62% de similitud; el segundo grupo une las tafofloras Mixtas con *Nothofagus* de Navidad (Goterones y Boca Pupuya), con un 49 % de similitud.

Destaca del análisis de afinidad florística (Fig. 10) la muy baja similitud entre Cerro Las Aguilas y las restantes tafofloras comparadas. Este resultado puede ser consecuencia de las grandes diferencias en el número de órgano-taxa descritos para los distintos registros. Hecha esta salvedad, es interesante destacar el agrupamiento que se observa, con sobre el 15% de similitud, de todas las floras que han sido definidas bajo el concepto de Tafofloras Mixtas con *Nothofagus* (Fig. 10). Esas tafofloras son: El Arrayán (Eoceno medio); Ñiruhau (Eoceno superior); Goterones (Mioceno inferior); Boca Pupuya (Mioceno superior bajo); Fm. Rio Guillermo (Oligoceno); y Puente Bullileo (Eoceno medio). Una excepción es Península Fildes (Paleoceno superior?-Eoceno inferior), sin *Nothofagus*.

En contraste, todas las tafofloras sin *Nothofagus* integran un grupo distinto en el dendrograma (Fig. 10), con menos de 15% similitud con el grupo anteriormente descrito. Ellas son: La Tafoflora Tropical paleocénica de Lota-Coronel; las tafofloras Mixtas sin *Nothofagus* de Pichileufú, Laguna del Hunco (Paleoceno-Eoceno), Quinamávida (Eoceno inferior); la excepción es la Tafoflora Mixta con *Nothofagus* de Rio Turbio (Eoceno medio), la tafoflora Mixta con *Nothofagus* más antigua utilizada en este estudio.

Los yacimientos de Mata Amarilla (Cretácico superior) y Potosí (Mioceno) son los más disimiles de todas las taofloras estudiadas (5-10%, Fig. 10). Esta disimilitud es concordante con la distinta edad, ubicación geográfica de estas dos taofloras.

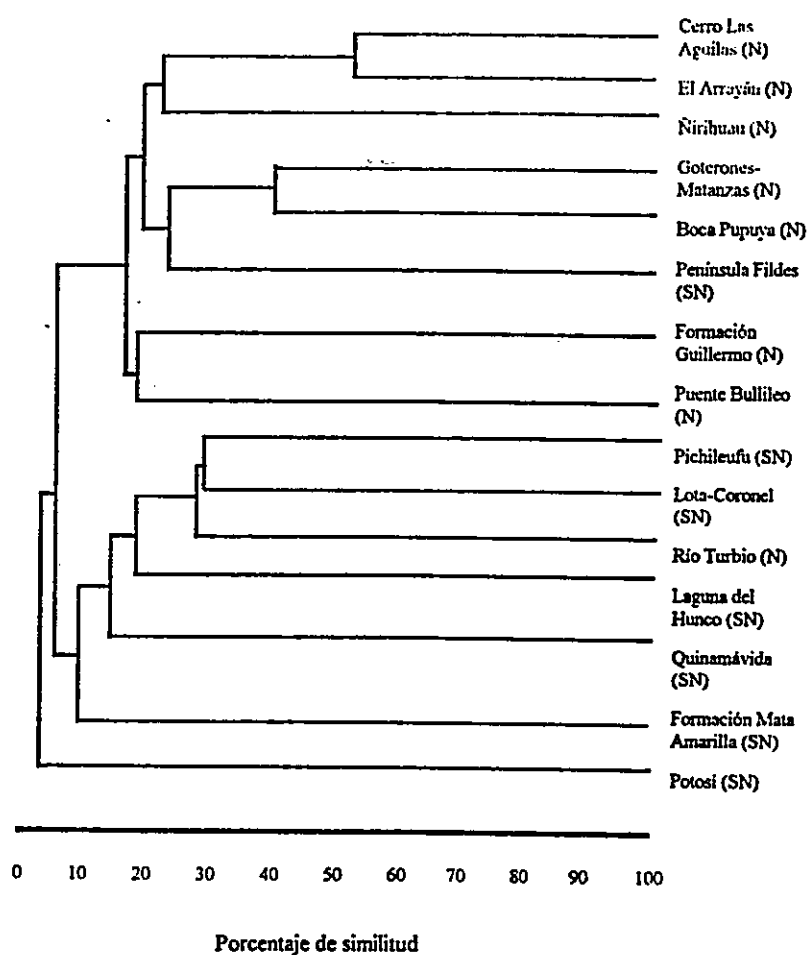


Fig. 10: Dendrograma de afinidad florística de la taoflora Cerro Las Aguilas con otras taofloras terciarias de Sudamérica. (N: *Nothofagus*; SN: Sin *Nothofagus*)

COMPOSICION TAXONOMICA DE LA TAFOFLORA CERRO LOS LITRES

Para el afloramiento de Cerro Los Litres se determinó 15 órganos-especies, pertenecientes a cinco familias. Además se describen cuatro improntas de afinidad incierta. Se incluyó también dos registros (marcados con *), descritos por Troncoso & Hinojosa (manuscrito) para la misma localidad y que no fueron hallados en este estudio. En la tabla 8 se listan todos los taxa registrados:

Tabla 8: Composición florística de la tafoflora de Cerro Los Litres, Precordillera de Santiago

FAMILIA	ORGANO - ESPECIE
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum</i> sp.
Cunoniaceae	<i>Cunoniaceae</i> sp.
Lauraceae	<i>Beilschmiedia</i> sp. <i>Cryptocarya</i> sp. <i>Persea</i> sp. *
Leguminosae	<i>Prosopis</i> sp. <i>Leguminosites</i> sp.
Monimiaceae	<i>Peumus</i> sp.
Myrtaceae	<i>Myrceugenia</i> sp.1. <i>Myrceugenia</i> sp.2. <i>Myrtaceae</i> sp.3.
Sapindaceae	<i>Athyana</i> sp.
Incertae Sedis	<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. *

A continuación se describe sistemáticamente todos los taxa determinados, se discute su posición taxonómica, y se cita el material estudiado. Ver Anexo 1 para las definiciones de los términos especializados usados en las descripciones. El tamaño de la vena media es calculado como la razón av/Ah , donde av es el ancho de la vena y Ah el ancho de la hoja. La forma de la hoja es definida como la razón L/A , donde L es el largo de la hoja y A el ancho de la hoja. El material citado como **LL** alude al yacimiento Cerro Los Litres, los números corresponden a las muestras de roca estudiadas y las letras a las hojas dentro de una misma muestra.

COCHLOSPERMACEAE

COCHLOSPERMUM sp. (Lám. III, Foto 1-2)

Hoja palmilobulada, de 140-185 mm de largo por 120-170 mm de ancho; compuesta de 6 a 7 lóbulos, unidos entre un 10% a 15%, llegando incluso a 70% de la longitud de la lámina.

Los lóbulos presentan un ápice agudo y forma ovada. El lóbulo central es más largo y ancho, los lóbulos laterales de menor tamaño. Entre los lóbulos se forman senos redondeados. Pecíolo de >40 mm, insertándose en la base en forma perpendicular a la

lámina. Base cordada. Margen entero o finamente serrado; ocasionalmente hay dientes de forma cóncavo-convexo a cóncavo-derecho.

De la base radian 6 a 7 venas primarias en forma actinódroma basal. Cada nervio primario se convierte en la vena media de cada uno de los lóbulos. Venas primarias de tamaño moderado y de recorrido derecho sin ramificarse.

Las venas secundarias (6-7 pares), presentan un ángulo de divergencia de 45° . En algunos ejemplares se pueden observar diferencias a cada lado de la vena primaria: hacia un lado nacen secundarias en un ángulo de 45° , y hacia el otro en un ángulo de 55° .

El grosor relativo de las secundarias es moderado. El recorrido es derecho o bien curvado uniformemente. Las venas secundarias de recorrido derecho finalmente terminan en el ápice de los dientes; las secundarias que presentan un recorrido curvado uniforme, se unen a su equivalente superadyacente en un ángulo agudo.

En el sector de la lámina en que se unen dos lóbulos, las secundarias se ramifican exmedialmente al llegar a la base del seno de ambos lóbulos. Una prolongación de la ramificación se une con la secundaria superadyacente, y la otra se une a la ramificación de la secundaria del lóbulo contiguo.

Las venas terciarias se originan en un ángulo aproximadamente recto, a veces agudo. Percurrentes, simples o ramificadas, en ángulo oblicuo con respecto a la vena media.

En el área donde no existe diferenciación de lóbulos, surgen venas de menor calibre que las secundarias. Estas venas presentan un ángulo de divergencia agudo, con recorrido curvado, uniéndose con la vena proveniente de la vena primaria contigua; esta unión produce un arco, en donde el punto más alto del mismo se dirige hacia las bases de los senos interlobulares. En este sector no hay venas secundarias.

Venas cuaternarias ortogonales, con areolas cuadrangulares o pentagonales bien desarrollada, al azar; vénulas simples, lineales, atravesando la areola en todas direcciones.

Taxonomía: Este órgano-especie fue descrito por Troncoso & Hinojosa (1991, manuscrito) para el sector de La Dehesa y comparado con la especie actual *Cochlospermum vitifolium* (Willd) Spreng. Con esta especie los fósiles presentan grandes similitudes en los caracteres de número de venas primarias, posición del pecíolo, y las características de las venas secundarias y basales. También nuestros fósiles pueden ser comparados con la especie fósil *Cochlospermum previtifolium* Berry; del Paleoceno-Eoceno de Pichileufu, Argentina, considerando la distancia de emergencia de los lóbulos con respecto de la base; en esta especie también los lóbulos están unidos en una gran proporción de la lámina, la forma de la base es cordada, y la arquitectura de las venas de menor tamaño que las secundarias ubicadas en el área donde lo lóbulos se encuentran unidos, al igual que las muestras fósiles estudiadas. Nuestro material se diferencia de la órgano-especie de Berry por la ausencia de bordes serrados, y de dientes pequeños. Se pueden distinguir en nuestro material algunos dientes, pero son de mayor tamaño, y en general las muestras presentan margen entero.

Material estudiado: LL 1; LL 49; LL 50; LL 51; LL 52; LL 53; LL 54; LL 55; LL 56; LL 57; LL 58; LL 59; LL 60; LL 61; LL 62 a & b; LL 72 a & b; LL 73.

CUNONIACEAE

CUNONIACEAE sp. cfr. (Lám. III, Foto 3)

Lámina asimétrica, con ápice y base ausentes, de 26 mm de largo por 10 mm de ancho. La forma es ovada lanceolada y se observa algo de base con forma decurrente. El margen es serrado, con dientes simples del tipo convexo-cóncavo a convexo-recto, con espaciación irregular. Senos angulosos. Se observan 5 dientes por un lado y 3 por el otro. Textura subcoriácea a coriácea. No se observan glándulas.

Venación de tipo craspedódroma simple. Vena primaria de recorrido derecho y sin ramificar de tamaño moderado (av/AH:2%).

Venas secundarias poco claras. Se observan solo 2 pares, de recorrido derecho a suavemente recurvado, ramificándose hacia el final de su recorrido, justo en la base del seno principal. Las ramificaciones al parecer se dirigen hacia los ápices de los dientes.

Taxonomía: El tipo de diente es análogo a los observados en la Familia Cunoniaceae (por ejemplo, *Weinmannia*, *Caldcluvia*, *Belangeria*). El recorrido de las secundarias; la producción de ramificaciones al llegar a la base del seno; y las ramificaciones resultantes, finalizando en los ápices de los dientes indicarían, también, una cierta afinidad con los de esta familia. Se asigna el ejemplar recuperado, con cierta duda, a la familia Cunoniaceae.

Material estudiado: LL 7 b.

LAURACEAE

***CRYPTOCARYA* sp** (Lám. III, Foto 4-5)

Lámina simétrica, al igual que la base, con un largo de 42-59 mm y un ancho de 24-31 mm. Forma ovada angosta, presentándose orbiculada (doblada). El ápice es agudo y la base obtusa normal, la textura es coriácea, y el borde entero. No se observan glándulas en la lámina ni en el pecíolo; este último es del tipo normal, con un largo de 3 mm.

La venación es pinnada camptódroma broquidódroma. El nervio primario es recto, de tamaño moderado y de recorrido derecho no ramificado.

Las venas secundarias (6 a 7 pares), nacen en un ángulo agudo moderado, sin mayores diferencias en este ángulo de divergencia. Las secundarias nacen en forma alterna, salvo las basales que nacen en forma opuesta a subopuesta. El tamaño de las secundarias es

delgado, presentando un recorrido curvado uniformemente. El primer par de secundarias (basales) se unen a las secundarias superadyacente por una serie de arcos broquidódromos. El resto de venas secundarias se unen a la superadyacente en un ángulo recto. Las venas terciarias nacen en un ángulo variable, y se ramifican en el área intercostal formando un retículo azaroso.

Las venas cuaternarias forman areolas pentagonales, no observándose vénulas en las muestras estudiadas.

Taxonomía: Considerando lo tenue de su venación secundaria, la forma en que se unen dos secundarias consecutivas, la forma opuesta a subopuesta de las basales, la textura coriácea y la forma orbiculada de la muestra estudiada, concuerda muy bien con las características de la especie actual *Cryptocarya alba* (Mol) Losser. Se diferencia de *Cryptocarya* sp. Troncoso, especie fósil del Eoceno inferior de Quinamávida, en el ángulo de nacimiento de las venas secundarias.

Material estudiado: LL 2 a,b,c; LL 8 b & c; LL 9 a; LL 11 a & b; 14 a; LL 19; LL 24; 25 a; LL 26 b & f; LL 34; LL35 a & b; LL 36 a & b; LL 37 ; LL 42; LL 44 b; LL 75

***BEILSCHMIEDIA* sp.** (Lám. III, Foto 6)

Lámina simétrica, algo recurvada, de 68 mm de largo por 37 mm de ancho, con forma ovada angosta a elíptica, de base presumiblemente redondeada y ápice agudo normal. Borde entero. Textura coriácea, no observándose glándulas.

Venación de tipo pinnada camptódroma broquidódroma. Vena primaria de recorrido derecho no ramificado y grosor moderado.

Las venas secundarias (9-10 pares) nacen en ángulo agudo moderado, variando a agudo ancho a recto hacia el ápice; nacen en forma alterna; y grosor relativo moderado. Recorrido curvado abruptamente, presenta algunas secundarias inferiores con un recorrido algo sinuoso. Las secundarias adyacentes se unen entre sí en un ángulo agudo.

Se observa venas intersecundarias de tipo compuesto en un 50 % del recorrido. El área intercostal se presenta como una malla ortogonal bien desarrollada. Venación terciara de origen recto-recto a agudo-agudo hacia el lado exmedio de la lámina. Las venas terciarias forman una malla bien desarrollada formando áreas de forma cuadrangulares a pentagonales de contornos sinuosos. Vénulas ramificadas una vez. Venación última marginal es ojalada.

Taxonomía: La forma, disposición y número (9-10 pares) de las venas secundarias y, en especial, la disposición de las terciarias que presentan una malla ortogonal bien desarrollada en el área intercostal, con vénulas simples o ramificadas una vez, son caracteres estrechamente afines con los de la especie chilena actual *Beilschmiedia miersii* (Gay) Korstem. Troncoso (1991) describe el taxa fósil *cfr. Laurophyllum* sp. para el Mioceno

inferior alto de Navidad; este taxa es afín con *B. cuneata* (Meiss) Kosterm, especie actual de Colombia y Venezuela.

Material estudiado: LL 7 a; LL 12; LL 13.

***PERSEA* sp cfr.**

Este ejemplar fue recuperado en un estudio anterior en la misma localidad (Troncoso e Hinojosa, manuscrito). Según la descripción original, se trata de un fragmento foliar, que solo muestra parte del margen y venación. Según los autores, existe una extraordinaria similitud con la venación de *Persea lingue* Ness, en especial en la arquitectura de las terciarias, consistiendo en una suerte de ojales pentagonales, que les confiere un aspecto singular al área intercostal.

Material estudiado: Los autores recuperaron un ejemplar de 80 mm de largo por 20 mm (hemilamina) de ancho.

SAPINDACEAE

ATHYANA sp. (Lám. III, Foto 7)

Foliolo (Hoja?) simétrica, de 34 mm de largo por 12 mm de ancho. Fragmento de forma ovada angosta, con un ápice agudo normal, asimétrica hacia la base. Hay disparidad en la posición de los dientes a uno y otro lado de la vena media. Base aguda, no se observa pecíolo, margen dentado. Los dientes presentan una forma irregular, siendo la mayoría convexo-derecho, llegando hasta convexo-convexo. Los primeros aparecen hacia la base de la lámina y los segundos hacia el ápice. Textura coriácea, no observándose glándulas.

Venación de tipo pinnada camptódroma eucamptódroma. Vena primaria de recorrido derecho sin ramificar y tamaño moderado.

Las venas secundarias presentan un ángulo de divergencia agudo moderado, sin variaciones en el ángulo de divergencia hacia el ápice. En general, las venas secundarias nacen en forma alterna hasta sub-alterna; su grosor relativo es moderado. El primer par de secundarias nace en un ángulo agudo ancho (15° apróx.) y presenta un recorrido curvado uniforme, no alcanzando el ápice de los dientes; terminan su recorrido en, o muy cerca, de la base de los senos; las venas secundarias están unidos en su parte exmedia por venas de tercer orden, que recorren el margen de la lámina.

Venas intersecundarias simples.

Las venas terciarias, poco claras, nacen en un ángulo recto-recto y presentan un recorrido percurrente simple. Venación última marginal ojalada.

Taxonomía: El tipo de diente; la disposición de las secundarias, algunas llegando al seno o base del diente seguido por secundarias que alcanzan el ápice del diente; y la venación última marginal concuerdan estrechamente con las características de la especie actual *Athyana weimannifolia* (Griseb) Ralclk del NW Argentino. Con *Diatonopterix sorbifolia*, nuestro material se diferencia por la ausencia de alternancia de secundarias llegando a la base de los senos y al ápice de los dientes; en la especie fósil *Allophylluseduliformis* Berry la lámina es levemente asimétrica y los dientes son preponderantemente convexo-cóncavo.

Material estudiado: LL 20; LL 21; LL 22 a &b.

MYRTACEAE

Myrceugenia sp1 (Lám. III, Foto 8)

Lámina simétrica, de 23 mm de largo por 7 mm de ancho, de forma ovada lanceolada, de ápice agudo a agudo ancho, base aguda normal a decurrente, margen entero. Textura cartácea, no observándose glándulas, pecíolo de tipo normal y corto (1mm de largo).

Venación de tipo pinnada camptódroma broquidódroma. Vena primaria de tamaño moderado (av/Ah:2%), haciéndose débil hacia el ápice, de recorrido derecho sin ramificaciones.

Las venas secundaria (7 pares) nace en forma alterna a uno y otro lado de la primaria. Ángulo de divergencia agudo angosto hacia la base, y agudo moderado hacia el ápice. Recorrido derecho (sinuoso), uniéndose a una vena intramarginal que recorre todo el borde de la lamina; el grosor relativo de las secundarias es grueso a moderado, al igual que la intramarginal.

Presencia de intersecundarias ramificándose admedialmente y no alcanzando la primaria. No se observa venas de orden superior.

Taxonomía: Este fósil concuerda en sus características con *Myrceugenia spl* (Troncoso & Hinojosa, manuscrito) colectado en un sector adyacente en el mismo cerro Los Litres; esta impresión foliar es comparable con *Myrceugenia obtusa* (D.C) Berg, en particular por la nula visión de venación entre la vena intramarginal y el margen de la hoja.

Material estudiado: LL 28 a. LL 41 b & e; LL 48 a

Myrceugenia sp2 (Lám. III, Foto 9-10)

Lámina simétrica de 12 mm de largo por 7 mm de ancho, de forma elíptica, ápice agudo y base simétrica aguda normal. Margen entero. Textura aparentemente cartácea a subcoriácea. Presenta glándulas en posición laminar.

Venación de tipo camptódromo broquidódromo. Vena primaria de recorrido derecho y sin ramificar, de tamaño moderado.

6 pares de venas secundarias. El primer par de venas nace en un ángulo agudo moderado, las secundarias ^zsuperadyacentes varían el ángulo a recto inmediatamente. Presentan un recorrido derecho a muy suavemente curvado, uniéndose hacia el final de su recorrido a una vena intramarginal, observándose escotaduras. Intersecundarias poco claras, admedialmente ramificadas. No se observa venas de orden superior.

Taxonomía: Esta órgano-especie concuerda en sus características con *Myrceugenia sp2* (Troncoso e Hinojosa, manuscrito), también proveniente del afloramiento de Los Litres. Con esta órgano-especie comparte las características de ángulo de inclinación de las secundarias superiores; con *Myrceugenia sp1* (Troncoso e Hinojosa, manuscrito), nuestro fósil comparte la presencia de glándulas en posición laminar. Las dos especies se relacionan con la especie actual *Myrceugenia obtusa*.

Material estudiado: LL 25 d; LL26 e.

MYRTACEAE sp. (Lám. IV, Foto 1-2-3)

Fragmento foliar de 19 mm de largo por 6 mm (hemilamina) de ancho, aparentemente de forma elíptica u ovada, ápice ausente, base asimétrica aguda. Margen entero, textura probablemente subcoriácea, observándose glándulas en la lámina. Pecíolo ausente.

Venación de tipo pinnada camptódroma broquidódroma. Vena media de tamaño moderado (av: AH= 1,5%), de recorrido derecho sin ramificar.

Las venas secundarias (5 pares) presentan un ángulo de divergencia agudo moderado (45°); sin observarse variaciones en el ángulo de divergencia; grosor relativo moderado; recorrido derecho, uniéndose a las secundarias en un ángulo agudo. Se pueden observar venas intersecundarias ramificándose una vez admedialmente. Venas de orden superior no distinguibles.

Taxonomía: La presencia de venas intersecundarias ramificándose admedialmente nos permite asignar el taxón fósil a la familia Myrtaceae. Sin embargo, la mala preservación de otros caracteres de venación no permiten una determinación más fina.

Material estudiado: LL 26 d.

LEGUMINOSAE

PROSOPIS sp. (Lám. IV, Foto 4-5)

Folíolo? de 8 mm hasta 15 mm de largo por 2 mm de ancho. Lámina simétrica, base ligeramente asimétrica de forma oblanceolada a oblanceolada angosta (L/A: 4,1:1), pudiendo ser elíptica angosta (5:1) (3,5:1). Apice agudo a redondeado y base aguda. Presenta margen entero y textura coriácea a subcoriácea. No se observa glándulas. Pecíolo muy corto de 1mm de largo, a veces aplanado.

Venación camptodróna broquidódroma. Vena primaria recta sin ramificar y de tamaño moderado.

Las venas secundarias (4 pares) nacen subopuestas a opuestas hacia la base, alternas hacia el ápice. Las venas basales presentan un recorrido recto y cercano al margen de la hoja y nacen en un ángulo de divergencia agudo angosto (menor a 45°). En las venas secundarias siguientes este ángulo varía a recto y hacia el ápice, obtuso. Este último ángulo hace que la secundaria no se dirija hacia el ápice de la hoja, sino que hacia la base de la misma. El grosor relativo es delgado. El área intercostal es de aproximadamente 2 mm. El ángulo de unión entre venas secundarias es obtuso. No se observa venas de orden superior.

Taxonomía: Esta especie fue descrita por Troncoso e Hinojosa (manuscrito) para la zona de Cerro Los Litres. Los autores relacionaron el taxa fósil con la especie actual *Prosopis alba*

Griseb, considerando particularmente el primer par de venas secundarias, y el ángulo de nacimiento y particular recorrido de las secundarias superiores. *P. alba*, junto con nuestro taxón fósil, corresponden al modelo V de arquitectura foliar de las especies de *Prosopis* (Martínez, 1984), a la que pertenecen 18 especies incluida la Serie Chilense de la Sección Algarobia del género.

Material estudiado: L.L 3b; L.L 26c; L.L 32a; L.L 38 a,b; L.L 39 a,b,c; L.L 47 a.

***LEGUMINOSITES* sp.** (Lám. IV, Foto 6-7-8)

Lámina simétrica de 30-60 mm de largo por 5-7 mm de ancho, base aguda a cuneada, levemente asimétrica, cortamente peciolada. Lámina con forma lanceolada, pudiendo ser oblanceolada. Borde entero y algo revoluto. Textura aparentemente cartácea a subcoriácea. No se observa glándulas.

Venación de tipo pinnada camptódroma broquidódroma. Vena primaria recta, sin ramificación de tamaño fuerte.

Las venas secundarias nacen en forma alterna y en un ángulo agudo a agudo moderado, sin variaciones notables. Tamaño relativo delgado a capilar, y recorrido derecho, curvándose abruptamente para formar un arco con la secundaria siguiente. No se observa venas intersecundarias.

Las venas terciarias nacen en ángulo recto a ambos lados de las secundarias, pudiendo tener un recorrido derecho a sinuoso, percurrentes, incluso pueden ramificarse o curvarse uniéndose a la vena media. Corren en forma paralela con respecto a la vena media.

Las venas cuaternarias son delgadas, con una trayectoria semiortogonal, formando areolas irregulares, y no observándose vénulas. Entre dos arcos broquidódromos consecutivos se observan vénulas. Venación última marginal ojalada.

Taxonomía: El ejemplar fósil fue descrito por Troncoso e Hinojosa (manuscrito) para la misma localidad; la lámina lanceolada, la venación secundaria muy característica por su ángulo de divergencia (agudo angosto), y la forma de unión entre las secundarias concuerdan con *Virgilia capensis* y otras Leguminosas, como *Cassia corimbosa*, ambas especies actuales.

Material Estudiado: LL 8 d; LL 15 a; LL 22 c; LL 26 a; LL 29; LL 30; LL 31 a, b & c; LL 32 c; LL 35 c; LL 38 c, f, h, i; LL 41 a.

MONIMIACEAE

PEUMUS sp. (Lám. IV, Foto 9)

Lámina simétrica, al igual que la base, de 40- 39 mm de largo por 30-31 mm de ancho, de forma ovada ancha, con ápice emarginado y base redondeada. Margen entero y textura coriácea, glándulas en posición laminar. Pecíolo ausente en las muestras observadas.

Venación de tipo pinnada camptódroma broquidódroma a eucamptódroma. Vena primaria de tamaño fuerte a masivo y de recorrido derecho no ramificado.

Las venas secundarias (4-5 pares), nacen en un ángulo agudo ancho, de recorrido derecho a sinuoso, adelgazándose hacia el borde y no llegando al margen. El ángulo de divergencia de las basales es agudo ancho; ellas nacen en forma alterna y presentan un recorrido derecho a sinuoso, uniéndose con las secundarias superadyacentes a través de arcos broquidódromos. Las secundarias que le siguen presentan un ángulo de divergencia agudo moderado y no presentan mayores variaciones en su ángulo de divergencia. Presentan un recorrido curvado uniforme, haciéndose mayor el radio de la curvatura en las secundarias superiores. Las secundarias se unen entre si en un ángulo agudo. Al ser mas finas las venas secundarias al final de su recorrido, es posible observar la curvatura dirigiéndose hacia la secundaria superadyacente, pero no queda claro la unión entre ellas.

No se observa claramente las venas terciarias. Ellas presentan un modelo percurrente simple, con un recorrido algo sinuoso, y nacen en un ángulo recto.

Taxonomía: Este fósil es notablemente similar con la especie actual *Peumus boldus* Mol. En especial, en el tamaño, recorrido y número de las secundarias; la presencia de glándulas en la lámina; el ángulo de divergencia de las basales y forma de unión con las secundarias superadyacente.

Según Barrera (1992), *P. boldus*, tiene una base redondeada, glándulas en posición laminar, 4-5 pares de venas secundarias, venas terciarias formando una malla ortogonal y ojales conectando las áreas intercostales. Estas características sustentan la estrecha relación de nuestro *Peumus sp.* con la especie actual *P. boldus*.

Para la Localidad de Laguna del Hunco, Berry (1925) describe la órgano-especie *Peumus clarki* Berry, que también fue comparada con *P. boldus*; ella presenta una lámina con base anchamente cuneada, 2 a 3 pares de secundarias fuertes, irregularmente desarrolladas, terciarias formando conspicuos ojales marginales. Estas características no corresponden a nuestro material. Las diferencias de *P. clarki* con nuestro ejemplar fósil, y con la especie actual *P. boldus*, permiten considerar dudosa la asignación al género *Peumus* del material de Berry.

Material estudiado: LL 4; LL 5; LL 6; LL 10; LL 74.

AFINIDAD DESCONOCIDA

PHYLLITES sp1. (Lám. IV, Foto 10)

Fragmento de 80 mm de largo por 78 mm de ancho. Lámina asimétrica de ápice y base ausentes, presumiblemente elíptica ancha. No se observa glándulas y el margen es entero. Textura cartácea.

Vena primaria de tamaño moderado (av/Ah: 1.28%) y de recorrido derecho y sin ramificar.

Las venas secundarias, (5 pares observados), tienen disposición alterna a subopuesta. Angulo de divergencia agudo moderado, sin variación. Gruesas, adelgazándose hacia el final de su recorrido. Recorrido suavemente curvado y uniforme. Las secundarias se unen entre sí en ángulo agudo, y están además unidas exmedialmente por un arco. Venación última marginal ojalada.

La venación terciara presenta un ángulo de origen recto-recto. Presentan un modelo percurrente simple y derecho. En relación con la vena media presentan un ángulo oblicuo, permaneciendo este constante hacia el ápice. No se observa venas de orden superior.

Material estudiado: L.L. 65 a

***PHYLLITES* sp 2 (Lám. IV, Foto 11)**

Lámina simétrica de ápice ausente y base redondeada, de 65 mm de largo por 4.4 mm de ancho. Forma ovada ancha (L/H:1.4%). Margen entero y textura presumiblemente cartácea. Venación camptódroma broquidódroma.

Vena primaria de tamaño débil (av/AH: 1.1%), de recorrido derecho sin ramificar.

Las venas secundarias (4 pares observables), presentan un ángulo de divergencia agudo moderado. Se puede observar la presencia de una vena basal que nace en un ángulo aproximadamente recto, y se une a la secundaria superadyacente por medio de una serie de arcos broquidódromos. El grosor de esta vena disminuye hacia el final de su recorrido. Las venas secundarias presentan un grosor relativo delgado, haciéndose capilar hacia el final de su recorrido. Recorrido curvado uniforme. Se puede observar el ángulo de unión agudo en un par de secundarias. Presencia de venas intersecundarias simples. No se observa venas de orden superior.

Material estudiado: L.L 70

***PHYLLITES* sp 3.** (Lám. IV, Foto 12)

Lámina simétrica de ápice agudo y base presumiblemente redondeada, de 73 mm de largo por 39 mm de ancho. Forma ovada ancha a muy ancha (L/A: 1.1%). Margen entero de textura subcoriácea.

Venación camptódroma broquidódroma. Vena primaria de grosor relativo fuerte a moderado, adelgazándose hacia el ápice de la hoja. Recorrido derecho sin ramificar.

Venas basales naciendo en forma subopuesta, con un recorrido derecho a sinuoso; pierden identidad hacia el margen y se unen con la secundaria superadyacente, por medio de una serie de arcos.

Las venas secundarias (7 observables) presentan un ángulo de divergencia agudo moderado hacia la base, haciéndose agudo angosto hacia el ápice. El grosor de las secundarias es moderado, pero se hacen más delgadas hacia el ápice. Presentan un recorrido derecho, curvándose hacia el final de su recorrido.

Las venas terciarias presentan un modelo percurrente simple, con un ángulo oblicuo con respecto a la vena media. El ángulo de origen es recto-recto.

Material estudiado: L.L 66 y L.L. 67

***PHYLLITES* sp 4** (Lám. IV, Foto 13)

Fragmento de 95 mm de largo por 88 mm de ancho. Lámina simétrica de ápice presumiblemente agudo y base ausente. Forma probablemente ovada, margen entero, y textura cartácea.

Venación camptódroma broquidódroma. Vena primaria de tamaño débil (av/AH: 1.2%), de recorrido derecho y sin ramificar.

Las venas secundarias (6 pares observados) presentan un ángulo de divergencia agudo moderado, no observándose variación hacia el ápice. Grosor relativo moderado. Recorrido curvado uniforme. Las secundarias se unen entre sí en un ángulo agudo, siendo además unidas exmedialmente por arcos. Presencias de venas intersecundarias simples.

Las venas terciarias presentan un ángulo de origen recto-recto, de modelo percurrente bifurcado. El ángulo que forman con respecto de la vena media es oblicuo.

No se observa venas de orden superior.

Material estudiado: L.L. 63 a.

***PHYLLITES* sp5 ***

De esta órgano-especie se recuperó material que no conserva los detalles de venación, pero que por la forma de la lámina concuerda con la descripción de *Phyllites* sp (Troncoso e Hinojosa manuscrito). La descripción original indica que son folíolos

asimétricos con un borde recto y otro convexo. Venación aparentemente pinnada, con vena media delgada y venas secundarias delgadas, camptódromas. Por estas características, el taxón correspondería a una Leguminosae, con afinidad con géneros como *Acacia*, *Mimosa*, *Inga* o *Pithecellobium*.

CARACTER FITOGEOGRAFICO DE LA TAFOFLORA CERRO LOS LITRES

Para caracterizar fitogeográficamente la paleocomunidad registrada en Cerro Los Litres se analiza a continuación la distribución geográfica actual de los géneros representados. La distribución actual de los géneros y sus números de especies se basan en datos de Willis (1985) y de Mabberley (1987).

1.- *Cochlospermum*: Género tropical a subtropical xérico, con 15 a 20 especies de pequeños árboles o arbustos. La mayoría de las especies son americanas, distribuidas desde Méjico y América Central hasta Sudamérica (Robyns 1967). El taxón fósil es afín con la especie actual *Cochlospermum vitifolium* Spreng, la cual en Panamá forma matorrales en laderas montañosas (Robyns 1967), y en Bolivia crece en bosques abiertos de sabana, semideciduos (Killen et al 1993). *Cochlospermum zahlbruckneri* Ostemeyer, se distribuye en Argentina (Salta y Jujuy), ocupando la zona de transición entre el bosque Chaqueño xerófilo (o de quebracho colorado) y el bosque deciduo de altura, en laderas expuestas al norte y suelos yesíferos (Legrame, 1982). *C. orinocense* (H.B.K.) Steudel, se distribuye en sabana húmeda

y bosque amazónico (259-500m); *C. regium* (Schrank) Pilger, bosque semidecídúo y sabana arbolada (500 m) en Santa Cruz, Bolivia; *C. tetraporum* Hallier, en bosque seco chaqueño (700-850 m). en Santa Cruz, cercano a la frontera con Paraguay (Killen et al 1993).

2.- *Prosopis*: Género pantropical con 40-44 especies; la sección Algarobia DC, a la cual pertenece la especie *Prosopis alba* Griseb afin con el fósil, consta de 29 especies distribuidas en regiones subtropicales cálidas y secas de América (Burkart 1976). *P. alba* es una especie xerófila que crece siempre en lugares donde existen napas freáticas de relativa profundidad (Rodríguez et al 1983). Se distribuye en el norte de Chile (20°04'S a 23°11'S), y planicies subtropicales de Argentina, Uruguay, Paraguay, Sur de Bolivia a Perú (Burkart 1976). *Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz emend. Burk. se distribuye en Chile central y norte (28°07'S-33°11'S), además en el Sur del Perú y Bolivia y NW de Argentina. Es una especie adaptada a condiciones de alta luminosidad y radiación solar, característico de un clima semiárido (Rodríguez et al 1983).

3.- *Cryptocarya*: Género tropical y subtropical con 200 a 250 especies. El taxón fósil es afin a la especie actual *Cryptocarya alba* (Mol) Looser, especie endémica de Chile y característica del dominio méxico del actual bosque esclerófilo de Chile central. Crece entre Limarí y Cautín.(30°20'S-38°27'S). Se desarrolla en quebradas y valles húmedos, excepcionalmente en lugares con fuerte insolación, pero con cierto grado de humedad. Se asocia a *Persea lingue*, *Nothofagus obliqua* y *Peumus boldus*. (Rodríguez et al 1983)

4.- *Beilschmiedia*: Género tropical con más de 200 especies. Dos especies endémicas de Chile central. El taxón fósil es afín a *Beilschmiedia miersii* (Gay) Kosterm, distribuida en el sector más méxico del bosque esclerófilo de Chile central, desde Quillota al Cachapoal (32°34'S-34°02'S), hasta los 1200 m.s.n.m.. Es una especie tolerante que se desarrolla en lugares abiertos con humedad o en quebradas y partes húmedas (Rodríguez et al. 1983). *B. berteriana* (Gay) Kosterm tiene un área muy restringida, entre 35°52' y 36°43'S (Villagrán et al 1995).

5.- *Athyana* : Género monotípico representado solamente por *Athyana weimannifolia* (Griseb) Raldek, especie que habita regiones húmedas del noroeste argentino en la provincias de Salta y Jujuy, y en el sur de Bolivia. (Barkley 1957) y Paraguay (Willis 1985).

6.- *Peumus*: Género monotípico y endémico de Chile, representado solamente por *Peumus boldus* Mol. que se distribuye desde Limarí a Osorno (30°40'S-40°30'S). Es especialmente abundante en Chile central y está bien adaptado a lugares de poca humedad. Su carácter semixerofítico le permite adaptarse a condiciones de prolongada estación seca, asociándose preferentemente con *Persea lingue*, *Cryptocarya alba* y *Lithrea caustica* (Rodríguez et al 1983).

7.- *Myrceugenia*: Género subtropical con 55 especies de árboles o arbustos que crecen en climas moderadamente frescos y húmedos de Sudamérica subtropical y templada. Dos especies en el Archipiélago de Juan Fernández, 12 especies en Chile central-sur y Argentina;

25 especies en el este de Sudamérica, en la costa sur de Brasil entre Rio de Janeiro y Porto alegre.

El taxón fósil es afín a *M. obtusa* (A. P. de Candolle) Berg, especie común de la región mediterránea de Chile central desde Coquimbo a Temuco (32°04'S-38°40'S (Landrum 1985; Rodríguez et al 1983).

8.- *Persea*: Género tropical con 150 especies, distribuidas en el oeste de India; bosques montañosos del sur de Brasil; pluviselvas de las laderas de los Andes (2000-3000 m.s.n.m.) y en las cadenas montañosas de América central hasta México (Kopp 1966). *Persea lingue* es un árbol endémico de Chile central sur y que constituye el límite austral de las Lauráceas americanas; crece desde Quillota a Chiloé (33°05'S-43°11'S), hasta 900 m. de altitud. Se desarrolla preferentemente en terrenos más o menos profundos, pero puede encontrarse bajo condiciones deficientes de luz y humedad (Rodríguez et al 1983).

Leuguminosites y *Phyllites sp 5**: El primer taxon es asignable a las Leguminosae, especialmente a *Cassia corymbosa*, especie distribuida en la Provincia de Buenos Aires y Córdoba (Argentina), y en Colonia (Uruguay). *Phyllites sp5** correspondería también a una Leguminosae, las cuales presentan una amplia representación en las formaciones xerofíticas de Sudamérica.

En la Tabla 9 se resumen las características fitogeográficas de la flora registrada en Cerro Los Litres. Se observa que ella está integrada básicamente por el elemento tropical-subtropical, en gran medida de distribución neotropical.

Si se consideran los climas asociados a la distribución de los géneros, se pueden distinguir dos grupos de taxa dentro del elemento: 1.- Taxa méxicos representados por *Cryptocarya*, *Beilschmiedia*, *Persea* sp, *Peumus*, *Athyana*, y *Myrceugenia*. 2.- Taxa xéricos, representados por *Cochlospermum*, *Prosopis*, y *Phyllites* sp5.

La importancia del espectro florístico de Cerro Los Litres es que constituye el primer registro conjunto de los géneros arbóreos característicos del actual bosque esclerófilo de Chile central, como *Beilschmiedia*, *Peumus*, *Myrceugenia*, *Persea*, *Cryptocarya* y Myrtaceae, siendo el género *Peumus* endémico de esta zona; especies de estos géneros son actualmente las dominantes en los bosques esclerófilos húmedos de la Cordillera de la Costa y costa de Chile central.

Es interesante destacar el registro de *Athyana*, género monotípico y endémico de la vertiente oriental de los andes de Bolivia y Argentina. Este registro proporciona evidencias directas de antiguas vinculaciones entre la Provincia Fitogeográfica de Chile Central y la de las Yungas, actualmente discontinuas y separadas por extensas formaciones áridas.

En lo que se refiere al registro del elemento subtropical xérico, su amplia representación en los actuales bosques secos de Sudamérica, reafirma la idea de antiguas vinculaciones de la flora de bosque de Chile Central con otras regiones del Neotrópico.

Tabla 9: Elementos fitogeográficos de la tafoflora Cerro Los Litres, PreCORDILLERA de Santiago.

TAXA			ELEMENTO
<i>PERSEA*</i>	E	LAURACEAE	TROPICAL SUBTROPICAL MEXICO
<i>CRYPTOCARYA</i>	E	LAURACEAE	
<i>BEILSCHMIEDIA</i>	E	LAURACEAE	
<i>PEUMUS</i>	E	MONIMIACEAE	
<i>ATHYANA</i>	Y	SAPINDACEAE	
<i>MYRCEUGENIA 1</i>	E	MYRTACEAE	
<i>MYRCEUGENIA 2</i>	E	MYRTACEAE	
<i>MYRTACEAE</i>			
<i>PHYLLITES 1</i>			
<i>PHYLLITES 2</i>			
<i>PHYLLITES 3</i>			
<i>PHYLLITES 4</i>			
<i>CUNONIAEAE</i>			
<i>COCHLOSPERMUM</i>		COCHLOSPERMACEAE	TROPICAL
<i>PROSOPIS</i>		LEGUMINOSAE	SUBTROPICAL
<i>LEGUMINOSITES</i>			XERICO
<i>PHYLLITES 5*</i>			

* Taxa citados en Troncoso e Hinojosa, no publicado.

E: Taxa presentes actualmente en el bosque esclerófilo de Chile Central.

Y: Taxa de la Provincia Fitogeográfica de las Yungas.

ANÁLISIS FISIONÓMICO-CLIMÁTICO DE LA TAFOFLORA CERRO LOS LITRES

Los resultados del análisis fisionómico de la tafoflora de Cerro Los Litres se muestran en la Fig. 11. De los 19 tipos foliares examinados, 11 corresponden a las clases de tamaño pequeñas (Nanofila-Microfila, 73,7%) y 5 a las grandes (Notofila a Macrofila, 26,3%). El porcentaje de cada una de las clases foliares representadas en el afloramiento se muestran en la Fig. 11. Se observa el claro predominio de las clases correspondientes a hojas pequeñas; la razón del índice es 0.36. De acuerdo a los diagramas de clases de tamaño e índice foliar, Cerro Los Litres correspondería a un clima subtropical estacionalmente seco, siguiendo las tendencias mostradas en la Tabla 2.

De la comparación de nuestros resultados con los índices (Tabla 3) obtenidos por Sarmiento (1972) para las formaciones vegetales de los subtrópicos de Sudamérica, se desprende que la fisionomía de la tafoflora de Cerro Los Litres correspondería a la formación de bosque montano seco (Bosque de Sierra). De acuerdo a Sarmiento (1972), esta formación se desarrolla en las laderas bajas de las sierras del borde SW del Chaco, entre 1200 y 1500 m de altitud, con precipitaciones anuales de 700-800 mm y 5 a 6 meses de estación seca; la formación representa la extensión austral y empobrecida de los bosques Tucumano-Bolivianos.

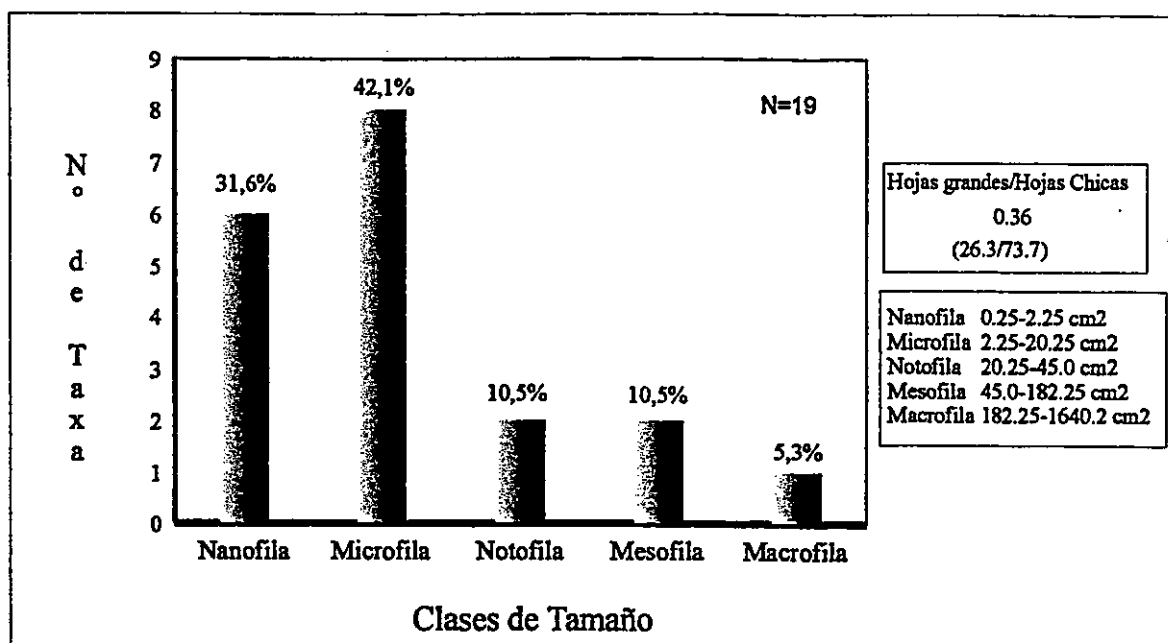


Fig. 11: Distribución de las improntas foliares de la tafloflora Cerro Los Litres en las clases de tamaño de Raunkier (1934)

El registro en Cerro de Los Litres de algunos géneros representados actualmente en el Bosque de Sierra y Chaco Central, como *Cochlospermum*, *Prosopis* y Leguminosas afines a *Phyllites sp5* (*Acacia*, *Mimosa*), son concordantes con esta interpretación de nuestro análisis fisionómico.

En lo que respecta a otras características foliares, nuestros resultados muestran que en Cerro Los Litres, el porcentaje de hojas compuestas (eg. *Prosopis*, *Leguminosites?*, *Athyana*, *Phyllites sp5*) es relativamente bajo (21%), hecho que sugiere un clima subtropical con estacionalidad, aunque menos seco que el observado en la actualidad en el Chaco. El porcentaje relativamente alto de hojas con borde entero (85%) en Cerro Los Litres correspondería al de un bosque tropical lluvioso, de acuerdo a Wolfe (1971) (Tabla 4), o a un bosque subtropical Lluvioso pre-montano, según Dilcher (1973) (Tabla 5). Esta interpretación es concordante con el registro de una fuerte proporción de taxa subtropicales méxicos en Cerro Los Litres.

RELACIONES FLORISTICAS DE LA TAFOFLORA CERRO LOS LITRES.

De los taxa determinados en el yacimiento Cerro Los Litres, los siguientes corresponden a primeros registros paleobotánicos: *Athyana*, *Prosopis* y *Beilschmiedia*. Probablemente *Peumus* sea también un primer registro, puesto que las determinaciones anteriores ya las hemos discutido como dudosas.

Los taxa siguientes han sido registrados en la literatura:

1.- *Cochlospermum* : Hallazgos del género han sido citados para el Paleoceno-Eoceno de Rio Pichileufú (Berry 1938) y el grupo Dufayel Island, Isla Rey Jorge, Antártica (Birkenmajer y Zastawniak 1985). También se registra el taxon en el Oligoceno superior de Point Hennequin, Isla Rey Jorge, Antártica (Zastawniak et al 1983).

2.- *Cryptocarya* : El género ha sido documentado para el Eoceno inferior de Quinamávida (Troncoso y Muñoz 1980; Troncoso 1992).

3.- *Myrceugenia*: El género ha sido registrado en el Paleoceno-Eoceno de Pichileufu (Berry 1938); el Mioceno inferior alto de Goterones-Matanzas y el Mioceno superior bajo de Boca Pupuya, Navidad (Troncoso 1991).

4.-*Peumus* : El registro del taxón en otras tafofloras Austrosudamericanas es dudoso. Específicamente, *Peumus clarki* Berry, del Paleoceno-Eoceno de Península Fildes, Antártica (Troncoso 1986); y Laguna del Hunco (Berry 1925).

5.-*Persea*: Otros registros del género provienen de Cerro Baguales, Fm. Mata Amarilla, Cretácico superior, donde se describe *Perseaphyllum hauthalianum* Kurtz ex Hünicken, (Frenguelli 1953; Romero y Arguijo 1981); Lota-Coronel, Paleoceno (Engelhardt 1891; Berry 1922); Rio Turbio, Eoceno medio (Hünicken 1967); El Arrayán, Eoceno medio (Fuenzalida 1964); Boca Pupuya, Mioceno superior bajo (Troncoso 1991).

En el cuadro resumen de la Fig. 12 se compara la tafoflora Los Litres con otras tafofloras terciarias del sur de Sudamérica. Se observa que el espectro florístico de Los Litres es bastante diferente a las tafofloras descritas, siendo los géneros comunes muy pocos y registrados infrecuentemente.

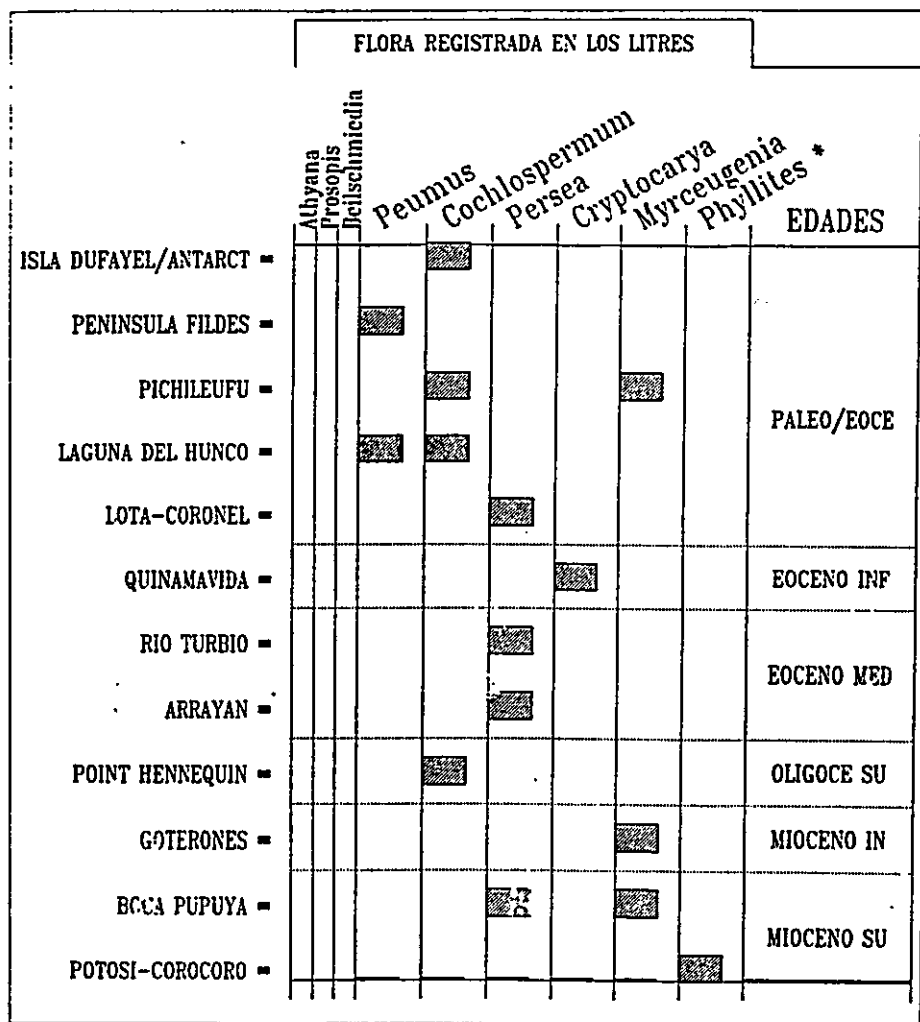


Fig. 12: Comparación de la tafloflora de Cerro Los Litres con las taflofloras terciarias del sur de Sudamérica.

El análisis de similitud florística de Cerro Los Litres con estas mismas taofloras corrobora esta apreciación. En el dendrograma de la Fig. 13 se observa que Cerro Los Litres no se integra a ninguna de las agrupaciones obtenidas.

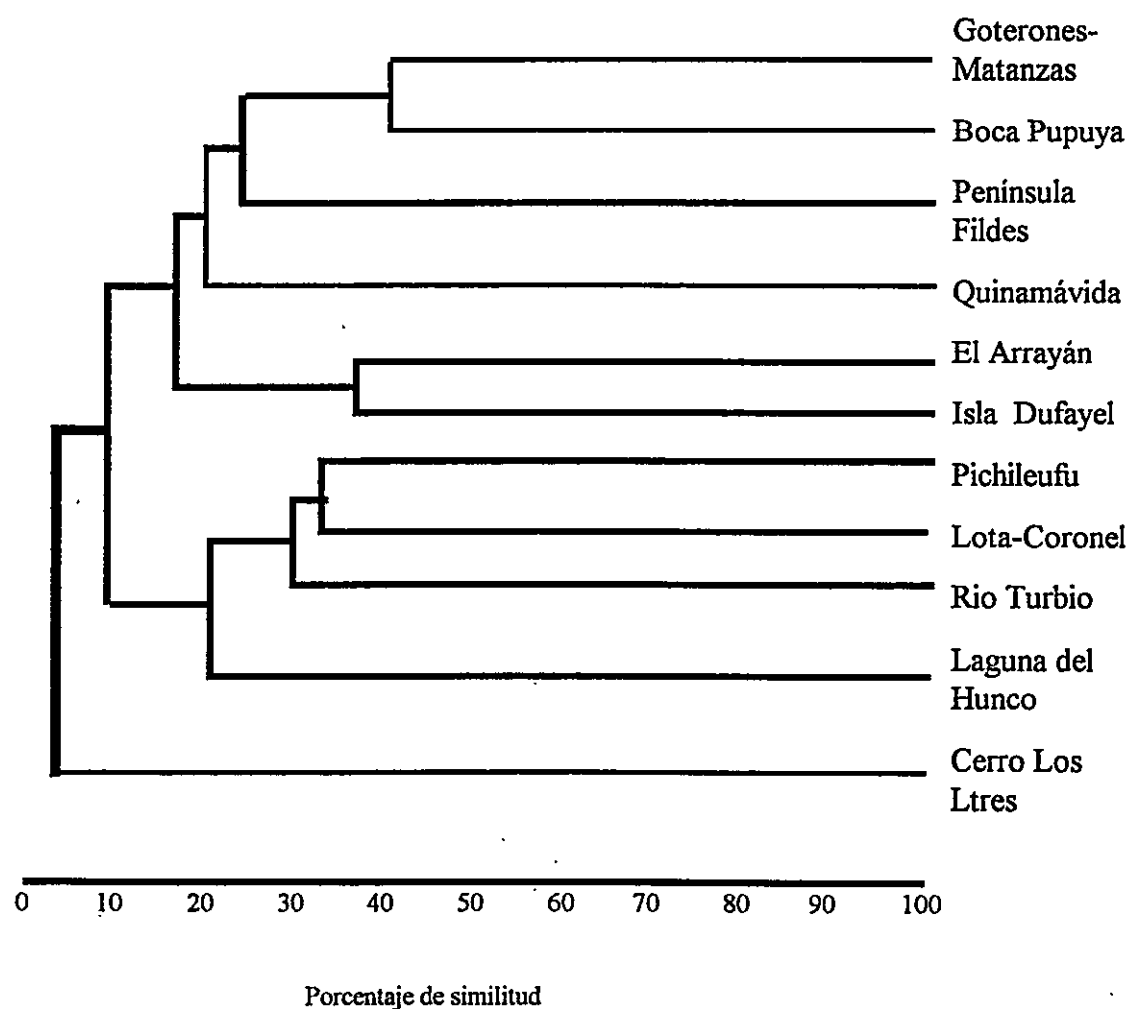


Fig. 13: Dendrograma de afinidad florística de la taoflora Cerro Los Litres con otras taofloras terciarias del sur de Sudamérica.

DISCUSION

El objetivo de esta tesis fue contribuir al conocimiento del origen, edad y paleodistribución de la Provincia Fitogeográfica de Chile Central, en base al análisis taxonómico y fisionómico-climático de improntas foliares de las dos tafofloras terciarias del sector la Dehesa. Para cumplir este objetivo se desarrollaron tres objetivos específicos: 1) La determinación taxonómica de las improntas foliares fósiles contenidas en ambos afloramientos. 2) Se infirió el paleoclima del Terciario superior de Chile central y 3) La reconstrucción de la historia vegetacional terciaria de Chile central, en base a la interpretación climática de los registros estudiados, considerando los antecedentes paleobotánicos, geológicos y climáticos del sur de Sudamérica.

A continuación se discuten ambas tafofloras estudiadas a partir de los resultados obtenidos en los objetivos específicos 1 y 2. Además se presenta una reconstrucción de la historia de vegetacional de Chile central y un modelo de la evolución paleofitogeográfica del Terciario del sur de Sudamérica, como parte del objetivo 3.

TAFOFLORA CERRO LAS AGUILAS

La integración del elemento tropical-subtropical, tanto méxico como xérico, con el elemento subantártico, es concordante con el concepto de taoflora mixta con *Nothofagus* (en el sentido de Romero 1979,1986), para la taoflora de Cerro Las Aguilas.

Por otro lado, el análisis de similitud con otras taofloras sudamericanas realizado, muestra mayor afinidad florística de Cerro Las Aguilas con el yacimiento vecino El Arrayán, también perteneciente a la formación Abanico (Thiele 1980). El Arrayán registra una taoflora mixta, que incluye a los taxa *Persea*, *Myrcia*, *Cissus pichileufuensis*, *Cassia argentinensis*, *Nothofagus crenulata*, *N. lanceolata*, *N. subferruginea*, *Nothofagus sp.1* y *Nothofagus sp.2* (Fuenzalida 1964). Esta taoflora ha sido interpretada como correspondiente a un bosque de dosel cerrado, húmedo a subhúmedo, análogo a los bosques que se distribuyen actualmente en la región del Maule, 36°S (Troncoso e Hinojosa, manuscrito). A pesar de ello la taoflora de Cerro Las Aguilas exhibe un notable empobrecimiento de las especies de *Nothofagus* (solamente *N.serrulata*), además de la ausencia de la liana *Cissus*, respecto de la de El Arrayán. Estas características sugieren la existencia de un bosque algo menos húmedo, probablemente con una estación seca más prolongada. Esta interpretación es consistente con los resultados del análisis fisionómico foliar, en el cual destaca un notable predominio de hojas pequeñas.

En lo referente a la edad, la taoflora de Cerro Las Aguilas puede ser más moderna que la observada en El Arrayan (Eoceno medio), ya que su carácter menos húmedo es coherente con el deterioro de las condiciones ambientales que ocurrió entre el Eoceno y el Oligoceno (Kvasov & Verbitski 1981; Romero 1986), y que se discutirá después. Por estas

razones, proponemos una edad Eoceno Medio- Oligoceno para la taoflora Cerro Las Aguilas.

TAFOFLORA CERRO LOS LITRES

El análisis fitogeográfico de la flora registrada en el yacimiento Cerro Los Litres permite postular un carácter tropical-subtropical. La mezcla de taxa subtropicales méxicos (*Cryptocarya*, *Beilschmiedia*, *Persea*, *Peumus*, *Athyana*, *Myrceugenia*) y xéricos (*Cochlospermum*, *Prosopis*, *Phyllites sp.5*) sugiere la existencia de dos paleocomunidades en la región estudiada. Una húmeda, muy similar al actual bosque esclerófilo de la Cordillera de la Costa y costa de Chile central, seguramente desarrollándose cerca de la cuenca de depositación. La segunda más xérica, correspondería a un bosque seco abierto, probablemente un poco más alejado a la cuenca de depositación, o bien en laderas de exposición norte. Actualmente en la zona mediterránea esta situación es muy frecuente. Armesto y Martínez (1978) han establecido el nítido contraste florístico y estructural que exhibe la vegetación de las laderas con distintas exposiciones de la Cordillera de la Costa y Andes de Chile central.

De acuerdo al análisis fisionómico realizado, el clima asociado a la taoflora sería subtropical con estación seca, similar al que impera actualmente en los bosques de Sierra de la Argentina (Bosque Montano seco) (Dilcher 1973; Sarmiento 1972). La precipitación en estos ambientes es de 700-800 mm anuales con 5 a 6 meses de sequía. El clima actual donde se localiza la taoflora de Cerro Los Litres (33°18'S) corresponde al tipo

mediterráneo semiárido, con lluvias invernales concentradas en 4 a 5 meses, no sobrepasando los 500 mm anuales, y una estación seca muy prolongada. Precipitaciones entre 700 y 1000 mm anuales solamente se dan más al sur del país, entre 35° y 36° S de latitud (Di Castri & Hajek 1976).

Un resultado interesante de destacar es el registro del taxa monotípico *Athyana*, evidencia directa de una antigua vinculación entre la actual Provincia de Chile Central y la Provincia Fitogeográfica de Las Yungas. Otro registro interesante es *Myrceugenia*, género actualmente disyunto y restringido a la Costa de Chile central-sur y al sur de Brasil. Otros taxa actuales exhiben el mismo patrón de disyunción, como *Crinodendron*, *Bomarea*, *Lithrea*, *Persea*, *Quillaja*, *Weinmannia*, *Viviania*, *Perezia*, *Mutisia*. (Landrum 1981). Landrum (1981) postula que durante el Terciario, entre el Eoceno y Mioceno temprano, habrían existido bosques continuos en la zona subtropical de Sudamérica; las disyunciones de los géneros citados habrían sido una consecuencia del levantamiento final de los Andes, y el retiro de las transgresiones marinas, eventos ocurridos a partir del Mioceno medio y que se discutirán a continuación.

En lo que respecta a la edad, las tobas con las improntas foliares de Cerro Los Litres, sobreyacen a lavas afaníticas fechadas en $20,9 \pm 0,8$ Ma. con K/Ar (Gana com.pers). Por lo tanto, la edad máxima del afloramiento sería el Mioceno inferior

Por otro lado, la composición florística establecida nos permiten hacer algunas inferencias acerca de la edad relativa mínima de la tafoflora de Cerro Los Litres, en relación con otras tafofloras terciarias de Chile central. Durante el Mioceno inferior, Chile central norte fue dominado por tafofloras Mixtas con *Nothofagus*, en la costa y en los Andes (Pons

y Vicente 1985; Troncoso 1991). Para la costa de Chile central (Navidad) se ha descrito la progresiva disminución de *Nothofagus*, durante el Mioceno medio, con un concomitante aumento de taxa subtropicales méxicos como las Lauraceae; la asociación resultante es registrada en el Mioceno superior bajo (Troncoso, 1991). Por otra parte, la presencia de taxa subtropicales xéricos desarrollándose bajo un clima estacional seco de al menos 5-6 meses de sequía, requiere la presencia robustecida del Anticiclón del Pacífico. Existen evidencias indirectas de un rebustecimiento del Anticiclón durante el Mioceno medio (Kvasov y Verbitsky 1981; Alpers y Brimhall 1988).

Por lo tanto, considerando la edad máxima de $20,9 \pm 0,8$ Ma., la ausencia de *Nothofagus*, el predominio de taxa subtropicales méxicos y la presencia de taxa subtropicales xéricos (e.g *Prosopis*), la edad mínima de la tafoflora Cerro Los Litres podría situarse en el Mioceno medio.

Este resultado permite hacer algunas consideraciones estratigráficas de los sedimentos portadores de fósiles del afloramiento Cerro Los Litres. La datación radimétrica y las posibles edades mínimas que se desprenden de este estudio, incluirían a Cerro Los Litres dentro de la Formación Farellones. A esta formación corresponden los depósitos volcánicos miocénicos continentales de edad entre 19.3 y 7.4 Ma.; y que forman un cinturón orientado N-S, entre $31^{\circ}30'S$ y $34^{\circ}45'S$ en los Andes de Chile central (Vergara et al 1988). En el área entre $33^{\circ}15'S$ - $33^{\circ}30'S$, esta formación tiene una edad entre 18.6 y 16.6 Ma., Mioceno inferior a medio (edades K/Ar) (Beccar et al 1986; Vergara et al 1988); y se encuentra sobreyaciendo, en forma discordante, a la Formación Abanico (Thiele 1980;

Vergara et al 1988), formación en la que tradicionalmente han sido incluidos los afloramientos de la Dehesa (Thiele 1980).

LAS TAFOFLORAS DE LA DEHESA Y EL PALEOAMBIENTE DEL TERCIARIO DEL SUR DE SUDAMERICA.

La integración de los antecedentes paleobotánicos obtenidos en nuestro estudio, al marco de la historia espacio-temporal de la flora de Chile central, implica necesariamente la consideración de los eventos que han sido cruciales en la evolución geográfica, climática y vegetacional del sur de Sudamérica durante el Cretácico-Terciario. A continuación se sintetizan cronológicamente estos eventos y se describe la vegetación de acuerdo a los afloramientos paleobotánicos descritos en la literatura. Con números se citan las 53 tafofloras revisadas. Las coordenadas geográficas, edad y carácter fitogeográfico de las tafofloras registradas en estos afloramientos, y los respectivos autores, se listan en el anexo 2.

Cretácico-Paleoceno

El desmembramiento de América del sur de Africa comenzó hace 130-125 Ma. Cretácico temprano, con la formación de la dorsal Atlántica, produciéndose de norte a sur la separación entre ambos continentes, y estableciéndose su total aislamiento en el Cretácico superior, hace 100-85 Ma (Raven y Axelrod 1974).

La separación entre Sudamérica y Africa produjo un cambio en el régimen tectónico de nuestro continente, desde extensivo a compresivo, incrementándose la formación de rangos montañosos; ésto porque en el oeste de Sudamérica, aumentó la convergencia entre la placa Pacífica y la Sudamericana, proceso de subducción que comenzó durante el Mesozoico y continúa hasta el presente (Ramos 1989).

Conjuntamente con la formación de rangos montañosos, Sudamérica se vio afectada por regímenes de transgresiones marinas. En el Cretácico medio prácticamente todos los continentes se encontraban sumergidos, persistiendo mar marginal en Sudamérica durante casi todo el Terciario (Axelrod 1979). En el margen norte y Pacífico de Sudamérica se registran transgresiones en Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú (Solbrig 1976) y la zona de ante arco de Chile central (Uliana y Biddle 1988). Durante el Maastrichtiano en el margen este de Sudamérica, las transgresiones abarcaron la región de Uruguay, Malvinas, y alcanzaron el sur de Bolivia. Patagonia en ese tiempo no se encontraba inundada, quizás debido a la formación de domos en la región (Uliana y Biddle 1988). En el Paleógeno el mar Maastrichtiano se transformó en planicies aluviales y grandes lagos, observándose en Patagonia gran acumulación de loess.

Durante el Cretácico, Sudamérica presentaba un clima más cálido y húmedo que en la actualidad (Volkheimer 1971). Antes y durante la separación de Africa y Sudamérica, hacia el centro del supercontinente hubo condiciones de aridez, producto de la continentalidad (Solbrig 1976).

De acuerdo a Romero (1978, 1986, 1991; Romero y Troncoso 1994), en el sur de sudamérica dominaron durante el Paleógeno paleofloras tropicales. En el Cretácico superior, en C° Cachetamán, Formación Mata Amarilla y C° Guido (1-2-3) dominaron bosques de Angiospermas, probablemente de origen Gondwanico; registrándose escasamente *Nothofagus* hacia el final del período en Patagonia y Tierra del Fuego en Fm. Jagüel (5) y Estancia la Sara (6). En Chile central-sur, Quiriquina (4), se registra una

microflora tropical con relaciones con yacimientos de la misma edad de Colombia, Venezuela y Africa occidental (Doubinger 1972).

En el Paleoceno, Fm. Tunal (7), en el norte de Argentina, se registran paleofloras cálidas y húmedas. En Chile central-sur, en Lota-Coronel (8), se registran exclusivamente taxa de afinidad tropical o subtropical, destacando las familias Annonaceae y Lauraceae. Los registros de polen de este yacimiento muestran Pteridophytas, Coníferas como las Araucariaceae (*Agathis*), Cycadales, Bennetitales y Angiospermas de las familias Palmae, Myricaceae, Casuarinaceae (*Casuarina*), Myrtaceae, Sapindaceae (*Cupaneidites*). Estos espectros florísticos tienen relaciones con paleofloras de Australia y Nueva Zelanda (Doubinger 1975).

En el Paleoceno de Patagonia, las formaciones Bororo (9) y Salamanca (10) registran la existencia de cuatro paleocomunidades: Pantanos de Manglar; Selva lluviosa; Selva de montaña; y Bosque esclerófilo (o savana). De acuerdo a Petriella y Archangelsky (1975), el factor determinante en la formación de esta vegetación habría sido la existencia de una sierra de alrededor de 800 a 1200 m de altura, con orientación norte-sur y un clima subtropical húmedo similar al actual en el sur de Brasil (30°S), y un mar de aguas cálidas. El registro de Cocodrilos fósiles es consistente con estas condiciones climáticas subtropicales húmedas (Pascual y Odreman Rivas 1971; Volkheimer 1971). En ambas formaciones se han encontrados escasos granos de *Nothofagus* (3 tipo Fusca en Bororo, y 4 tipo Brassi en Salamanca) (Archangelsky y Romero, 1974).

Paleoceno/Eoceno a Eoceno medio

Durante el Paleoceno y el Eoceno, Sudamérica, Antártica y Australia aún se encontraban unidas. La circulación oceánica durante estos períodos era longitudinal, con corrientes marinas dirigidas al norte, tanto por la costa oeste de Sudamérica como por el este de Australia y Antártica, las cuales al llegar a las latitudes tropicales se unían a corrientes cálidas. El déficit de agua que producía esta circulación era reemplazado por aguas cálidas que corrían de norte a sur por las costas oeste de Australia y Antártica y por el este de Sudamérica. En las regiones polares las aguas cálidas se profundizaban, resultando temperaturas superficiales del mar de 12°C, mientras en las regiones tropicales era de 28°C. Las condiciones climáticas eran de tipo subtropical en Antártica; a nivel global las temperaturas eran mucho más altas que en la actualidad (Kvasov y Verbitski 1981).

Durante la transición Paleoceno/Eoceno, se registran en Patagonia tafofloras Mixtas sin *Nothofagus* en Pichileufu (11) y Laguna del Hunco (12). Estas tafofloras están muy relacionadas entre sí y tienen una edad de 57 ± 3 Ma (Paleoceno-Eoceno). Se caracterizan por la mezcla de taxa de afinidad subtropical, como *Annona*, *Phoebe*, *Nectandra*; junto a taxa de afinidad subantártica, como *Austrocedrus*, *Lomatia*, *Laurelia*; y desarrollados in situ, como *Schinopsis* (Anacardiaceae). En Antártica se desarrollaban Paleofloras Mixtas con y sin *Nothofagus*, en las Penínsulas de Ardley (13) y Fildes (14).

Durante el Eoceno se produce un desarrollo explosivo de *Nothofagus* en el sur de Sudamérica (Archangelsky y Romero 1974). En el Eoceno inferior de Argentina, en Fm. Lumbrales (15), persisten tafofloras de carácter subtropical húmedo. En Chile central se

registran taofloras Mixtas sin *Nothofagus*, en Quinamávida (16), mientras que en Chile central-sur, en Fm. Tribueco (17), se registra por primera vez polen de *Nothofagus*. En Patagonia dominan paleofloras mixtas con *Nothofagus* en Chinqueñiyeu (18) y Cañadón Hondo (19).

El Eoceno medio se caracteriza por la expansión hacia el norte de las Paleofloras Mixtas con *Nothofagus*, evento registrado en El Arrayán (20), Bullileo (21) y Río Turbio (22). A partir de este tiempo comienza un proceso de deterioro climático, con desecación y enfriamiento (Solbrig 1976).

Eoceno superior-Oligoceno

En el límite Eoceno/Oligoceno, hace 38 Ma., Australia se separa de Antártica, evento con una serie de consecuencias climáticas y oceánicas a nivel global. De acuerdo a Kvasov y Verbitski (1981), se originó una corriente de aguas frías o Corriente Circular del Sur. Este evento provocó la glaciación del este de la Antártica y determinó una caída de las temperaturas superficial del mar desde 11°-12° a 4°-5° C. Durante el Oligoceno, el aporte de aguas frías de la Corriente Circular del Sur determinó una caída de la temperatura de las aguas tropicales de 28 a 20° C (Kvasov y Verbitski 1981).

Estos cambios de la circulación oceánica, la formación del casquete de hielo este de la Antártica, y las caídas de las temperaturas, producto del aumento del albedo, determinaron descensos de los niveles del mar (Kvasov y Verbitski 1981) y una serie de cambios vegetacionales registrados en Austrosudamérica.

El cambio vegetacional más importante del Oligoceno es el desplazamiento hacia el norte de las Paleofloras Antárticas (Romero 1978,1986) hacia latitudes medias y altas (Solbrig 1976).

En el sur de Chile, Patagonia y Magallanes predominan la Paleofloras Antárticas de carácter templado-frío y lluvioso, con taxa de Pteridophyta, Podocarpaceae, Araucariaceae y fuerte presencia de *Nothofagus*. Ejemplos de estas floras son Lonquimay (25); Rio Ñirihuau (23); Confluencia (27); Formación Guillermo (28); Formación Leña Dura (24); Rio Beta (30), Rio Condor (31), Barrancas de Carmen Silva (32), Formación Loreto (29).

Durante el Eoceno superior-Oligoceno de Chile Central se registran aún Paleofloras Mixtas con *Nothofagus*, representadas por C°Las Aguilas (LA), con mezcla de taxa tropicales-subtropicales (*Persea*, *Phoebe*) y taxa de afinidad antártica (*Austrocedrus* y *Nothofagus*). En Puerto Belgrano (26), Bahía Blanca, se registra una microflora caracterizada como Mixta con *Nothofagus*; la sección de Puerto Belgrano que corresponde al Oligoceno, registra taxa asociables al actual Dominio Chaqueño (Malvaceae y Chenopodiaceae) (Romero 1993).

Más al norte, entre 20° y 23° S, las palinofloras del este de Austrosudamérica son de carácter tropical húmedo, con alta proporción de Pteridófitas, Palmas (*Nypa*), Onagraceae, Podocarpaceae y Leguminosas, como sucede en la Formación Resende, Rio de Janeiro (33) y La cuenca de Gandarela y Fonseca, Minas Gerais (34). Los descensos de la temperatura y humedad del Oligoceno, se registran en las microfloras de la Bahía de Sao Paulo (35) y formación Tremembé (36), Sao Paulo.

Al oeste de Austrosudamérica en la región de Atacama, durante el Oligoceno temprano (33.7 - 31.0 Ma.) se registran altas tasas de erosión (100 m/ma), indicadoras de un clima aún húmedo (Alpers y Brimhall 1988).

Mioceno inferior

Un cambio importante ocurrido durante el Mioceno inferior fue la separación gradual de Antártica y Sudamérica, a partir de 23 Ma. (Mioceno temprano), alcanzando su total aislamiento hace 14-12 Ma. en el Mioceno medio (Kvasov & Verbitski 1981).

Durante el Mioceno inferior los eventos más catastróficos fueron grandes transgresiones marinas ocupando grandes áreas en el este de Sudamérica. Ellas provocaron una disminución areal del espacio disponible para la vegetación y quizás explicarían el aumento en la paleotemperaturas oceánicas (Kvasov & Verbitski 1981). Debido a estas transgresiones, pocas evidencias paleobotánicas se encuentran en la actualidad de este período en las regiones patagónicas y centrales de Argentina.

Durante el Mioceno temprano-medio (18-14.7 Ma) ocurrieron los procesos de enriquecimiento de los depósitos de cobre por lixiviación, en el norte de Chile, bajo condiciones de clima semiárido (Alpers y Brimhall 1988).

En concordancia con estos cambios en el ambiente físico, durante el Mioceno inferior, en el norte de Chile, Argentina, Bolivia y sur del Perú imperaron condiciones de clima menos húmedo que el período anterior. En Formación Alexandra (37), se registran bosques de Bombacáceas, Moráceas, *Ephedripites* y *Podocarpidites*. En Psyllypampa (38) y en Fm. Chucal (39), se registran taxa tropicales con hojas de tamaño pequeño a mediano, los

cuáles se relacionan con la flora de las actuales regiones subtropicales montañosas, similares a las Yungas de Bolivia con condiciones de clima estacional y lluvias de verano (Axelrod 1979).

En Chile central, durante el Mioceno inferior persisten las Paleofloras Mixtas con *Nothofagus*, especialmente bien representado por las tafofloras de Goterones-Matanza (40), nivel inferior de la formación Navidad, las cuales tienen vinculaciones con el actual distrito Valdiviano, hecho que sugiere activas migraciones entre Chile Central y sur (Troncoso, 1991). En la Cordillera de los Andes (41), a la latitud 32°35'S, se registran troncos fósiles asignables a *Nothofagus*, con afinidad a *N. obliqua*. Un clima más cálido y menos estacional, con expansión de bosque en galería, es sugerido por el registro de monos platyrrinos (*Chilecebus carrascoensis*) en Río Las Leñas (42).

Para el Mioceno inferior de Chile central-sur en Lebu, se registran taxa pertenecientes a las Paleofloras Antárticas, con un clima templado frío y lluvioso, como lo muestra la tafoflora de Fm. Ranquil (43). En Puerto Belgrano (asociación M, 44), durante este tiempo se registra un aumento de taxa marinos, evidenciando una mayor profundización de la cuenca; el carácter de las microfloras sigue siendo Mixta con *Nothofagus*.

Mioceno medio a superior

El evento más importante de este período fue la formación del Estrecho de Drake, que terminó la separación completa de Sudamérica y Antártica, hace 12-14 Ma. Las aguas de la Corriente Circular del Sur, que antes fluían por la costa oeste de Sudamérica, ahora se desviaron por el paso Drake configurándose la Corriente Circumpolar. El cese de aportes de aguas cálidas en las costas de Antártica provocó la glaciación del oeste de este continente, evento que se produjo hace 11-14 Ma. (Kvasov y Verbitski 1981). La glaciación total de Antártica determinó una caída de las temperaturas oceánicas a nivel global y coincidió con episodios de alto volcanismo, especialmente alrededor del Pacífico (Filion 1983). Por un período de 10 Ma., entre el Mioceno medio y el Plioceno, la glaciación antártica fue unipolar, ya que en el Hemisferio Norte no se encontraba glaciado. Esta asimetría norte-sur determinó un fuerte contraste de los cinturones climáticos en ambos hemisferios, y una deriva al norte del ecuador meteorológico (convergencia intertropical), a 10°-12°N (ahora a 6°N); se estableció así un régimen latitudinal similar al que impera en la actualidad durante el invierno del Hemisferio Sur (Filion 1983).

En concordancia con estos eventos, empieza el proceso de formación del Desierto de Atacama. Su inicio ha sido documentado indirectamente para el Mioceno medio (14.7 Ma.), por el cese de la acumulación de los depósitos cupríferos en el norte de Chile. De acuerdo a Alpers y Brimhall (1988), los depósitos de cobre se habrían preservado hasta la actualidad por la dramática caída de las tasas de erosión debido a las condiciones áridas que se generaron en este tiempo. La aridez sería una consecuencia de la surgencia de aguas

frías de la corriente de Humboldt, producto de la formación del casquete de hielo Antártico y el levantamiento Andino.

En el este de Sudamérica, el retiro de las aguas de las transgresiones marinas del período anterior, comenzó cerca de los Andes, extendiéndose hacia la Patagonia, durante el Mioceno medio tardío (Uliana y Biddle 1988), provocando grandes cambios climáticos. Uno de ellos fue remover la humedad de las regiones interiores, estableciéndose así condiciones de sequía; por otro lado, la reducción del efecto moderador que ejercía la masa de agua oceánica provocó la caída en las precipitaciones y el aumento del contraste de temperaturas (Axelrod 1979).

La glaciación antártica y la deriva de los cinturones climáticos al norte, se habría reflejado en cambios importantes en los regímenes de lluvia y vegetación sobre grandes áreas de Sudamérica. En Chile central, durante este tiempo se produjo el reemplazo de la taoflora mixta con *Nothofagus* de Goterones (40) a una mixta con poco *Nothofagus* y aumento de las Lauráceas de Boca Pupuya (48); esta última se habría desarrollado con un clima templado-cálido o cálido y exhibe relaciones con las actuales Provincias Fitogeográficas de las Yungas, Atlántica y Paranaense, reflejando que las vinculaciones entre las floras del sur de Brasil, vertiente oriental de los Andes y Chile Central (Troncoso 1991), habrían persistido hasta el Mioceno superior bajo.

Estas vinculaciones florísticas también son muy bien documentadas por nuestro afloramiento Cerro Los Litres, del Mioceno probablemente medio. Como se ha descrito, el carácter de esta taoflora es tropical-subtropical. Los taxa méxicos (*Peumus Cryptocarya*,

Beilschmiedia, *Myrceugenia*, *Persea*) registrados en esta tafoflora son un antecedente directo del origen del actual bosque esclerófilo de la Cordillera de la Costa y litoral de Chile central. Además se registran taxa como *Athyana*, de la vertiente oriental de los Andes de Argentina y Bolivia. El registro de taxa subtropicales xéricos, como *Cochlospermum* y *Prosopis*, es concordante con la evidencia de progresivo desecamiento a partir del Mioceno medio ya descritos. En el sur de Chile persisten las paleofloras antárticas, como lo documenta Lonquimay (49), del Mioceno superior.

En el sur de Argentina, la parte alta del testigo de Puerto Belgrano (50), del Mioceno superior (asociación N), registra una disminución del nivel de la cuenca y un probable deterioro climático (Gurstein 1990), como lo sugiere el aumento notable de taxa herbáceos xéricos y acuáticos, como las Chenopodiaceae, Amaranthaceae, Compuestas-Tubuliflorae, Ephedraceae, Sparaginaceae y *Nothofagus*. Este espectro correspondería a una microflora del tipo Mixta con *Nothofagus*.

En el Mioceno superior, al este de Sudamérica, la formación Paraná (46) registra paleocomunidades que incluyen selvas mixtas, bosque esclerófilos? y bosque con *Podocarpus* y *Araucaria*. Esta última comunidad, corresponde a la actual Provincia Fitogeográfica Paranaense, distribuidos más al norte en el presente (Anzotegui 1990). Al este de los Andes, en Potosí (45) se registra gran cantidad de Leguminosas, con hojas de pequeño tamaño y bajo porcentaje de puntas acuminadas, características que indicarían un bosque tropical subhúmedo (Volkheimer 1971). Las Leguminosas se relacionan con taxa actuales de la Provincia Fitogeográfica del Monte y del Chaco (Axelrod 1979). La

Formación Palo Pintado (47) registra el desarrollo de lagunas de inundación en un sistema de canales, con vegetación de riberas representada por *Pouteria*, *Palmae*, *Schinus* y *Podocarpus*, entre otros; el clima asociado es tropical a subtropical y la flora exhibe relaciones con las formaciones que prosperan en la actualidad en el sur de Brasil y noreste de Argentina (Herbst et al 1987; Anzotegui 1992; Cuadrado y Anzotegui 1992).

Plioceno

Durante el Mioceno superior y Plioceno Sudamérica comenzó a experimentar los procesos tectónicos que configuraron el actual cinturón andino. El ensanchamiento del arco magmático y la formación de batolitos formaron el Altiplano, que después por compresión se elevó a 2500-3500 metros de altura (Uliana y Biddle 1988). Hace 10 millones de años se produjo un quiebre en la placa oceánica de Nazca, que produjo una discontinuidad entre los 28° y 33°S, con disminución de la actividad magmática entre estas latitudes. Finalmente el vulcanismo y la formación de plutones se extendieron hacia el este durante el Neógeno tardío (Uliana y Biddle 1988). El proceso de compresión y levantamiento produjo un estrechamiento de 240 km. del área involucrada (Ramos 1989). En el Plioceno la configuración actual de las zonas desérticas de Sudamérica ya se habrían establecido y la Cordillera de los Andes habría alcanzado más o menos su actual estatura, encontrándose las primeras evidencias de flora altoandina (Solbrig 1976).

Registros paleobotánicos del Plioceno existen solo para la Mesopotamia Argentina (28°-32°S); en esta región se han registrado paleocomunidades de bosques xerófilos afines

al actual distrito Chaqueño, como en los yacimientos Hermanderías y El Bretela (51); En Tiopunco (53), Provincia de Tucumán, se han hallado restos silificados de troncos los cuales corresponderían al genero *Acacioxylon* , afin con el género *Acacia*. En la costa Atlántica los registros documentan bosques subtropicales del actual "Distrito de selvas Mixtas" (Cabrera 1976), como los yacimientos Ituainzagó y Riachuelo (52) (Antozegui y Lutz, 1987).

MODELO PALEOFITOGEOGRAFICO DEL TERCIARIO DEL SUR DE SUDAMERICA

Considerando los antecedentes geológicos, climáticos y paleobotánicos descritos anteriormente, se propone un modelo de la evolución paleogeográfica de las floras terciarias de Sudamérica (Fig. 14).

En el Cretacico superior y Paleoceno (Fig. 14A) todas las floras de Sudamérica austral estaban dominadas por el elemento tropical, en parte de origen Gondwánico, con familias como las Annonaceae, Lauraceae, Palmae, Myricaceae, Myrtaceae, Sapindaceae, Casuarinaceae, entre otras. El extremo sur del continente estaba cubierto por mar en el Maastrichtiano, pero en Antártica se desarrollaron paleofloras mixtas estructuradas por una mezcla de taxa de origen tropical y antártico, entre estos últimos *Nothofagus* y *Laurelia*, además de un elemento originado in situ, representado por ejemplo por las Anacardiaceae.

En el limite Paleoceno/Eoceno y durante el Eoceno inferior y Medio (Fig. 14B), las floras tropicales fueron reemplazadas por las floras mixtas en Chile central y sur de Sudamérica. Taxa subtropicales como *Annona*, *Phoebe*, *Nectandra*, se mezclaban con elementos subantárticos como *Lomatia*, *Austrocedrus* y *Laurelia*. Durante el Eoceno inferior y medio el taxón subantártico *Nothofagus* integra muchas de las paleofloras estudiadas. En el noroeste de Argentina persistían aún floras cálidas en este período.

Fig. 14: EVOLUCION DE LAS FLORAS TERCIARIAS DEL SUR DE SUDAMERICA DURANTE EL TERCIARIO.

14 A: Cretácico Superior a Paleoceno **14 B:** Paleoceno/Eoceno a Eoceno inferior-Eoceno medio, **14 C:** Eoceno superior a Oligoceno **14 D:** Mioceno inferior **14 E:** Mioceno medio a superior **14 F:** Plioceno.

LA : Cerro Las Aguilas **LL :** Cerro Los Litres **SA :** Sudamérica **AN :** Antártica

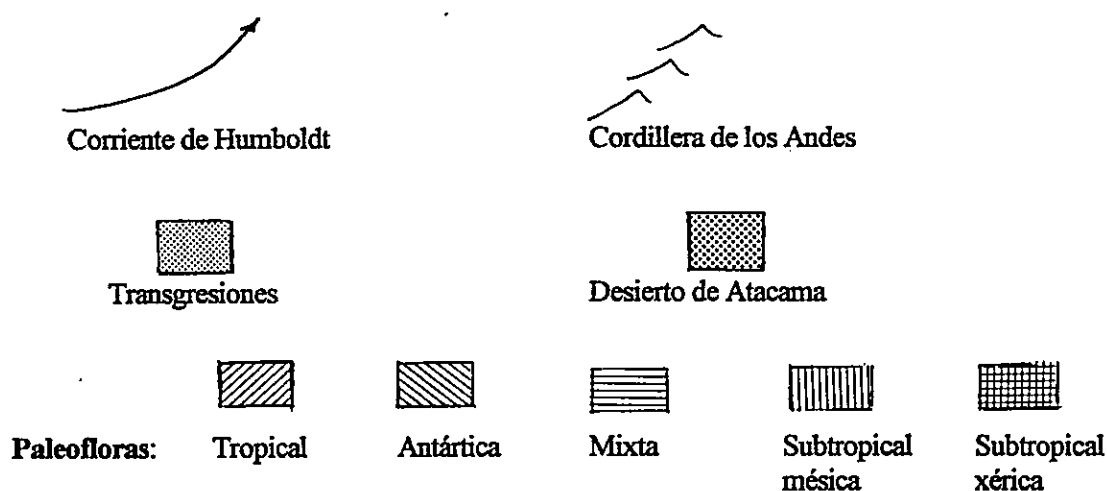
AU : Australia

$\Rightarrow\Leftarrow$: conexión

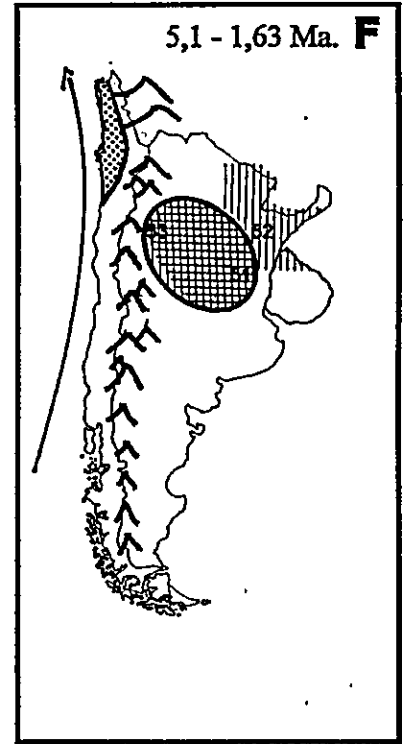
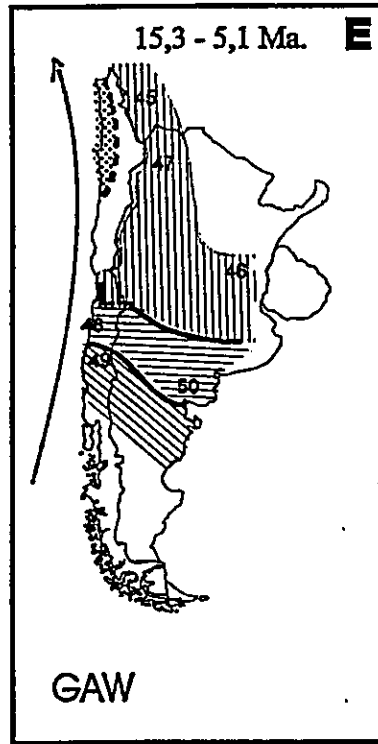
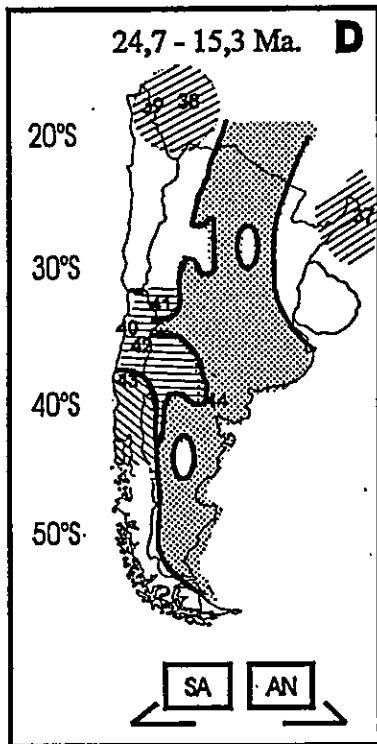
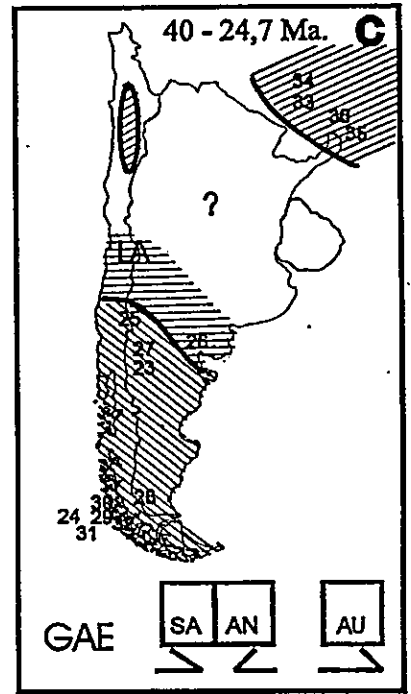
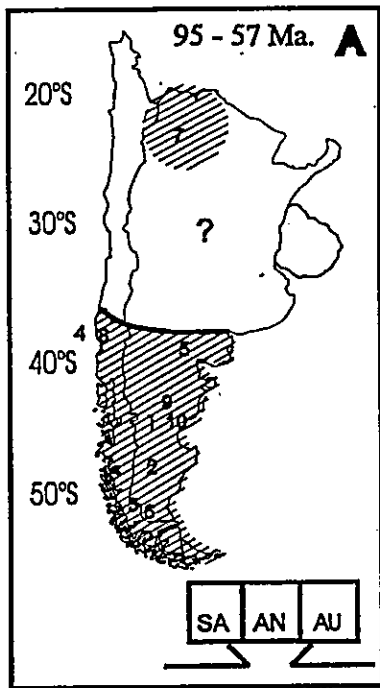
GAE : Glaciación de Antártica este

$\Leftarrow\Rightarrow$: desconexión

GAW : Glaciación de Antártica oeste



Números 1-53 Tafofloras y Microfloras: 1. C° Cachetaman; 2. Fm. Mata Amarilla; 3. C° Guido; 4. Fm. Quiriquina; 5. Fm. Jagüel; 6. Estancia La Sara; 7. Fm. Tunal; 8. Lota-Coronel; 9. Bororo; 10. Salamanca; 11. Pichileufu; 12. Laguna del Hunco; 13. Península Ardley (Antártica); 14. Península Fildes (Antártica); 15. Fm. Lumbrera; 16. Quinamávida; 17. Fm. Tribueco; 18. Chinqueniyeu; 19. Cañadon Horno; 20. El Arrayán; 21. Bullileo; 22. Río Turbio; 23. Río Ñirihuau; 24. Leña Dura; 25. Lonquimay; 26. Puerto Belgrano; 27. Confluencia; 28. Fm. Guillermo; 29. Fm. Loreto; 30. Río Beta; 31. Río Condor; 32. B. Carmen Silva; 33. Fm. Resende; 34. Gandarela y Fonseca; 35. Sao Paulo; 36. Fm. Tremembé; 37. Fm. Alexandra; 38. Psyllipampa; 39. Fm. Chucal; 40. Goterones; 41. C. de los Andes; 42. Río Las Leñas; 43. Fm. Ranquil; 44. Puerto Belgrano(M); 45. Potosí; 46. Fm. Parana; 47. Palo Pintado; 48. Boca Pupuya; 49. Río Pedregoso; 50. Puerto Belgrano (N); 51. Hermandeías Y El Bretela; 52. Ituizangó y Riachuelo; 53. Tiopunco.



En el Eoceno superior y Oligoceno (Fig. 14C) se produce un notable desplazamiento hacia el norte de las floras mixtas, las cuales son reemplazadas por floras antárticas con *Nothofagus* en gran parte del sur de Sudamérica. En Chile y Argentina Central persistieron sin embargo las paleofloras mixtas, representadas muy bien por nuestra flora de Cerro Las Águilas descrita en este estudio. En el sur de Brasil y noreste de Argentina persistían aún floras cálidas. Para el norte de Chile no existen registros paleobotánicos, pero hay evidencias que datan el enriquecimiento de depósitos de cobre durante este período, bajo condiciones de clima húmedo, hecho que sugiere que las antiguas floras tropicales también pueden haber ocupado este sector.

Durante el Mioceno inferior (Fig. 14D) la vegetación es similar a la del período anterior en la costa Pacífica, siendo una gran transgresión marina el evento más catastrófico, la cual afectó principalmente el este de Sudamérica. Al norte de los 30°S existían floras tropicales en ambas vertientes andinas.

Durante el Mioceno medio y superior (Fig. 14E), eventos tales como la formación de la corriente Circumpolar, por la apertura del estrecho Drake, y el inicio de la surgencia de aguas frías de la corriente de Humboldt en la costa Pacífica de Sudamérica, determinaron importantes cambios climáticos. Para esta época se ha descrito el cese de los procesos de acumulación de cobre, y una tendencia hacia la aridez en gran parte de Sudamérica. En Chile central y en el norte de Argentina se registra la expansión de una Paleoflora Subtropical sin *Nothofagus*, a la cual pertenece el afloramiento Cerro Los Litres descrito en este estudio. Esta paleoflora registra taxa tropicales-subtropicales méxicos, que actualmente

persisten disyuntos en el bosque esclerófilo de Chile central, bosque de Yungas del noroeste de Argentina y de Bolivia, y bosques subtropicales del sur de Brasil. Además, esta Paleoflora registra ya elementos subtropicales xéricos, como las Leguminosas y *Cochlospermum*, de amplia distribución en las formaciones vegetales secas del sur de Sudamérica.

Durante el Plioceno (Fig. 14 F) ocurrieron cambios tectónicos y climáticos importantes, como el levantamiento final de los Andes en el Plio-Pleistoceno. Este evento, combinado a la serie de sucesos de finales del Mioceno, como la glaciación del oeste de Antártica y la instauración de la Corriente de Humboldt, determinaron el desarrollo del hiperárido Desierto de Atacama en la costa Pacífica. Los grandes rasgos del clima y vegetación actual del sur de Sudamérica con fuerte contraste este-oeste, se formaron a este tiempo. Las taofloras del Plioceno ya exhiben predominancia del elemento subtropical xérico, actualmente característico del dominio chaqueño del sur de Sudamérica. La expansión de estas floras xéricas habría determinado el desmembramiento de las floras subtropicales del Mioceno, actualmente disyuntas y restringidas a las áreas más húmedas de la costa Pacífica, Atlántica y Yungas.

CONCLUSIONES

En general, los resultados obtenidos en este trabajo concuerdan con la postulación de numerosos autores (Schmithüsen, 1956; Romero, 1978,1986; Solbrig, 1977; Landrum, 1981; Arroyo et al., 1995) que sostienen que la flora actual de la Provincia Fitogeográfica de Chile Central sería el remanente de las sucesivas paleofloras que ocuparon la región durante el Terciario. Como lo documentaron Romero y colaboradores (1978,1986; Romero & Troncoso, 1994), en base al análisis de todos los registros paleobotánicos del Cono Sur de Sudamérica, la región estuvo ocupada por Paleofloras Tropicales durante el Cretácico-Paleoceno, las cuales fueron desplazadas por Paleofloras Mixtas durante el Eoceno; durante el Oligoceno, al sur de los 40°S, expandieron las Paleofloras Antárticas, con taxa exclusivamente templado-fríos. Todas estas floras contienen elementos de los actuales bosques subtropicales y templados de Chile.

La tafoflora Cerro Las Aguilas, con taxa tanto subtropicales (e.g *Myrcia*, *Phoebe*) como templado-fríos (e.g *Nothofagus*), documenta la expansión de las Paleofloras Mixtas a Chile central durante el Eoceno-Oligoceno. Sin embargo, nuestra contribución más importante es el registro de Paleofloras Subtropicales sin *Nothofagus* en Chile central, durante el Mioceno inferior a medio. En efecto, Cerro Los Litres aporta el antecedente paleobotánico más antiguo de una flora correspondiente a la de los bosques esclerófilos más méxicos que ocupan Chile Central en la actualidad; por ejemplo, se registran los taxa actualmente dominantes en la Cordillera de la Costa y Costa de Chile central: *Persea*,

Cryptocarya, *Beilschmiedia*, *Peumus* y *Myrceugenia*; además registra taxa como *Athyana*, elemento actualmente distribuido en regiones méxicas de los Andes de Argentina y Bolivia.

En concordancia con el registro Los Litres, otro afloramiento de Chile central, Boca Pupuya (33°57'S) del Mioceno superior de la costa de Navidad (Troncoso, 1991), registra taxa esclerófilos que aún persisten en Chile central, como *Persea*, *Senna*, *Myrceugenia*, además de un taxón no identificado a nivel genérico (*Laurophyllum* sp2.), con afinidad a *Beilschmiedia*. Además, esta tafoflora registra *Phoebe* y *Ocotea*, taxa que reiteran las antiguas afinidades de Chile Central con las actuales Provincias Fitogeográficas de las Yungas, Atlánticas, Amazónica y Paranaense.

La presencia conjunta de un importante grupo de géneros característicos del bosque esclerófilo actual de Chile Central, durante el Mioceno, sustenta la hipótesis postulada por Landrum en 1981. Este autor, en base a sus estudios taxonómicos de las Myrtáceas de Sudamérica (Landrum 1981, 1985, 1988) y a la distribución disyunta de varios géneros leñosos (*Myrceugenia*, *Azara* y *Crinodendron*), postula la existencia de bosques subtropicales con clima estacional en el sur de Sudamérica durante el Oligoceno-Mioceno, los cuales se distribuían continuamente a lo ancho del continente a las latitudes de Chile central y centro y NW de Argentina. En este contexto, nuestros resultados concordarían en principio con la hipótesis de evolución del bosque esclerófilo a partir de antiguos elementos subtropicales que se extendían de este a oeste del continente (Arroyo et al. 1995); y no concordando en el período de tiempo de esta evolución, Plioceno superior (Arroyo et al., 1995) o Cuaternario (Solbrig et al. 1977), después del levantamiento final de los Andes.

Durante el Mioceno medio-tardío y Plioceno una serie de eventos ya documentados ampliamente en las secciones anteriores, como el inicio de la surgencia de aguas fría de la Corriente de Humboldt y el levantamiento final de los Andes, habrían provocado la expansión del elemento subtropical xérico en gran parte del sur de Sudamérica, como lo postulan numerosos autores (Schmithüsen, 1956; Solbrig, 1976, Solbrig et al., 1977; Axelrod, 1979; Landrum, 1981; Arroyo et al, 1995). De acuerdo a Landrum (1981), los bosques subtropicales Oligocénicos comenzaron a adaptarse a condiciones xéricas hacia finales del Mioceno, desmembrándose posteriormente en el Plioceno, cuando las condiciones de aridez se hicieron extremas debido al levantamiento final de los Andes. El elemento subtropical de bosque mésico habría subsistido en la regiones oceánicas más húmedas, como Chile central, sur de Brasil, y este de los Andes de Bolivia y NW de Argentina, como lo documentan el registro fósil y las actuales disyunciones que exhiben las floras de estas regiones. Solamente los taxa más tolerantes a las condiciones de sequía persistieron en las actuales regiones xéricas del Chaco y Monte.

El registro de taxa adaptados a condiciones de sequía en la tafoflora Cerro Los Litres (*Cochlospermum* y *Prosopis*), la actual distribución disyunta de taxa esclerófilos xéricos como *Schinus* y *Lithrea* (en Chile central y el Chaco), y el registro fósil de estos géneros en la Mesopotamia Argentina durante el Plioceno (Anzotegui y Lutz 1981; Arroyo et al. 1995), sustentan nuevamente la hipótesis de Landrum (1981). Arroyo et al.(1995) postulan al área ocupada actualmente por el Desierto de Atacama como fuente de algunos elementos xéricos encontrados en la actual vegetación esclerófila de Chile central, los cuales habrían emigrado

al sur durante el Plioceno. Sin embargo, no existen registros fósiles que sustenten esta hipótesis.

Para el origen del elemento subtropical xérico, también se han postulado numerosas hipótesis en la literatura (Solbrig et al., 1977, Romero, 1978, Axelrod, 1979, Landrum, 1981 y Arroyo et al., 1995). Tal vez la hipótesis más controversial corresponde a Solbrig et al. (1977), quien sostiene que las condiciones semiáridas, con evolución de vegetación adaptada a la sequía, se habrían desarrollado tempranamente, durante el Eoceno, al este de los Andes, en las regiones de la actual Patagonia sur, Monte y Chaco; este autor destaca como evidencias de floras de pastizales algunos taxa registrados en las tafofloras de Patagonia, revisadas por Menendez (1972), y de mamíferos hypsodontes adaptados a una dieta herbácea (Patterson y Pascual 1972). Según Romero (1978), los bosques secos postulados por Solbrig serían una extensión norteña de las Paleofloras Mixtas, que expandieron hacia el norte durante el Eoceno-Oligoceno. Las tafofloras que registran supuestamente los elementos de pastizales en Patagonia (e.g. *Poacites*, *Chusquea*, Menendez 1972) corresponderían en su composición florística a Tafofloras Mixtas, precursoras del Dominio Chaqueño según Romero. Por otro lado, Axelrod (1979); destaca como áreas fuentes de las actuales floras xéricas del Chaco y del Monte, las áreas andinas al este de Bolivia y noroeste de Argentina (20°-30°S), que en el Neógeno tenían poca altura. Los antecesores de estas floras habrían expandido a las tierras bajas tardíamente en el Terciario, cuando los Andes se elevaron y los climas secos se expandieron arealmente; Esta última hipótesis es consistente con los registros paleobotánicos del Mioceno del altiplano de

Bolivia, Potosí (19°S) y Psillypampa (18°S) (Berry, 1919, 1938), que registran predominio de taxa leñosos de Leguminosas, muchos de ellos actualmente distribuidos en el Chaco.

Finalmente, se puede postular que, de acuerdo a los resultados de esta tesis y a los eventos del Neógeno discutidos anteriormente, a finales del Terciario la fitogeografía de Chile central-sur se caracterizaba por el desarrollo de bosques lluviosos templado-fríos al sur de los 40°S, y vegetación subtropical, en Chile central, en gran medida esclerófila y adaptada a un clima estacional. Esta distribución no correspondería con los actuales patrones vegetacionales de Chile central-sur, ya que estos últimos son más bien la expresión de los profundos cambios climáticos ocurridos durante los períodos glaciales del Cuaternario (Villagrán et al. 1995 a, b, c).

Según Villagrán y colaboradores (Villagrán 1995 a, b, c), durante el último período glacial los bosques de Chile central-sur experimentaron fuertes contracciones de sus áreas determinada por: i) aumento de condiciones áridas, al norte de los 33°S, como producto de la vigorización del Anticiclón del Pacífico Sur y de la surgencia de aguas frías (Garleff et al. 1991). ii) Cobertura directa de glaciares, y efectos periglaciales asociados que eliminaron gran parte de los hábitats de bosque al sur de los 40°S (Lowell et al. 1995). Como consecuencia de la disminución del área de bosque, gran parte de su flora se habría restringido a refugios en la Cordillera de la Costa entre 36°S-40°S, región que actualmente concentra los endemismos y exhibe la mayor riqueza de taxa de bosques en Chile.

La actual discontinuidad de poblaciones de géneros como *Araucaria*, *Fitzroya*, *Austrocedrus*, *Prumnopitys*, entre la Cordillera de la Costa y Andes (37°-42°S), así como

los relictos de Tundras Magellánicas en la misma zona, son interpretados como remanentes de la vegetación que ocupó el valle central de Chile central-sur, cuando las condiciones fueron más frías y húmedas y descendieron los pisos altitudinales de vegetación.

Por otro lado, también los interglaciales del Cuaternario se caracterizaron probablemente por una gran inestabilidad climática, como lo sugieren las evidencias paleoclimáticas del Holoceno entre 28° y 33°S (Veit 1991a, 1991b). Estos datos muestran alternancia de varias fases secas y fases lluviosas, estas últimas con acumulación de nieve en la Cordillera, los cuales deberían haber afectado también la distribución de la vegetación de bosques de Chile central-norte, de manera similar a como hoy en día ocurre durante las fases negativa y positiva de la Oscilación del Sur (Aceituno 1990). Los intensos episodios de lluvia del Holoceno probablemente favorecieron la expansión de taxa de la región semiárida, adaptados a lluvias episódicas, y restringieron la expansión de los taxa de bosque esclerófilos adaptados a condiciones de lluvias invernales regulares.

BIBLIOGRAFIA

- Alpers C & Brimhall G (1988) Middle Miocene climatic change in the Atacama Desert, Northern Chile: Evidence from supergene mineralization at La Escondida. Geol. Soc. America Bull., 100:1640-1656.
- Aceituno P (1990) Anomalías climáticas en la región Sudamericana durante los extremos de la oscilación austral. Rev. Geofís 32:65-78
- Aceituno P, Fuenzalida H & Rosenblüth (1990) Climate along the Extratropical West Coast of South America. En Mooney H, Fuentes E, Kronberg B (eds) Earth System Responses to Global Change. Contrast between North and South America. Academic Press, Inc. San Diego-New York- London-Toronto-Sydney-Tokyo p:61-70.
- Anzotegui LM & Garralla S (1986) Estudio palinológico de la Formación Parana (Mioceno Superior)- "Pozo Josefina", Provincia de Santa Fé, Argentina. I parte, Descripciones sistemáticas. FACENA 6:101-178
- Anzotegui LM & Lutz AI (1987) Paleocomunidades vegetales del Terciario superior ("Formación Ituzaingó") de la Mesopotamia argentina. Rev. Asoc. Cienc. Nat. del Litoral (Santa Fé, Argentina) 18 (2):131-144.

- Anzotegui L M (1990) Estudio palinológico de la Formación Parana (Mioceno superior)- "Pozo Josefina"- Provincia de Santa Fé, Argentina. II parte: Paleocomunidades.
FACENA 8:75-85
- Anzotegui LM (1992) Una flora del Mioceno superior (Formación Palo Pintado) del noroeste argentino. Asoc. Paleont. Argent. Publ. Espec. N°2. VIII Simp. Argentino Paleob. Palin.:7-10
- Aragón E & Romero EJ (1984) Geología, paleoambientes y paleobotánica de yacimientos terciarios del occidente de Rio Negro, Neuquén y Chubut. IX Cong. Geol. Argentino. Actas, 4:475-507.
- Archangelsky S (1973) Palinología del Paleoceno del Chubut. I Descripciones sistemáticas. Ameghiniana, 10(4):339-399.
- Archangelsky S (1974) Sobre la edad de la tafoflora de la Laguna del Hunco, Provincia de Chubut. Ameghiniana, 10(4):413-417.
- Archangelsky S & Romero EJ (1974) Los registros más antiguos del polen de *Nothofagus* (Fagaceae) de Patagonia (Argentina y Chile). Bol. Soc. Bot. México 33: 13-30.
- Archangelsky S & Zamaloa MC (1986) Nuevas descripciones palinológicas de las Formaciones Salamanca y Bororo, Paleoceno de Chubut (República Argentina). Ameghiniana, 23 (1-2): 35-46.
- Armesto J & Martínez J (1978) Relations between vegetation structure and slope aspect in the Mediterranean Region of Chile. Journ. Ecol. 66: 881-889.

- Arroyo MTK, Cavieres L, Marticorena C & Muñoz-Schick M (1995) Convergence in the Mediterranean Floras in Central Chile and California: Insights from comparative biogeography. En Arroyo MTK, Zedler P & Fox M (eds) Ecology and Biogeography of Mediterranean Ecosystem in Chile, California and Australia. Ecological Studies, vol 108. Springer-Verlag, NY. pp:43-88
- Axelrod D (1979) Desert vegetation, its age and origin. En Goodin JR & Northington DK (eds) Arid land resources. International center for arid and semi-arid land studies, Texas Tech University, Lubbock, Texas, p:1-72.
- Baez A, Zamalao MC & Romero EJ (1990) Nuevos hallazgos de microfloras y anuros Paleógenos en el Noroeste de Patagonia: Implicancias paleoambientales y paleobiogeográficas. *Ameghiniana* 27(1-2):83-94.
- Barkley FA (1957) Sapindaceae of southern South America. *Lilloa*, 28:111-180.
- Barrera E (1992) Arquitectura foliar de árboles chilenos. I. Subclase Magnoliidae. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile*, 43:41-54.
- Beccar I, Munizaga F & Vergara M (1986) Edades K-Ar de la Formación Farellones, en el cordón del cerro La Parva, Cordillera de los Andes de Santiago, Chile. *Rev. Geol. Chile* 28-29:109-113.
- Berry E (1919) Fossil plants from Bolivia and their bearing upon the age of uplift of the eastern Andes. *Proc. U.S. Nat. Mus.* 54: 103-164. 15-18 pls.
- Berry E (1922) The flora of the Concepción-Arauco coal measures of Chile. *Johns Hopkins Univ. Stud. Geol.* 4:73-142.

- Berry E (1925) A Mioceno flora from Patagonia. Johns Hopkins Univ. Stud. Geol. 6:183-233.
- Berry E (1928) Tertiary fossil plants from the Argentine Republic. Proc. U. S. Nat. Mus. 73 (22):1-27.
- Berry E (1938) Tertiary flora from the Rio Pichileufu, Argentina. Geol. Soc. America, Special Papers. 12:1-148.
- Birkenmajer K & Zastawniak E (1986) Plant remains of the Dufayel Island Group (early Tertiary?) King George Island, South Shetlands Island (West Antarctica). Acta Paleobotánica 26(1,2): 33-54.
- Burkart A (1976) A Monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae subfam. Mimosoidae). Journ. Arnold Arboretum, 57 (3-4).
- Cabrera A (1976) Regiones fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería, Segunda Ed. Tomo I. Fascículo I. Edit. ACME S.A.C.I. Buenos Aires.
- Cabrera A & Willink A (1980) Biogeografía de America Latina. Secretaría General OEA. Monografía N°13. Serie Biología. 2° Ed.
- Cain S & Castro G (1959) Manual of vegetation analysis. Harper, New York.
- Charrier R, Muñoz N, Palma S (1994) Edad y contenido paleoflorístico de la Formación Chucal y Condiciones paleoclimáticas para el Oligoceno tardío-Mioceno inferior en el Altiplano de Arica, Chile. VII Cong. Geol. Chileno, Actas 1: 434-437.

- Cookson I & Cranwell L (1967) Lower Tertiary Microplankton, spores and pollen grains from southernmost Chile. *Micropaleontology*, 13(22): 204-216.
- Cuadrado G & Anzotegui LM (1992) Resultados preliminares del análisis palinológico de la Formación Palo Pintado, Mioceno de Salta, Argentina. *Asoc. Paleont. Arg. Publ. Espec. N° 2. VII Simp. Argentino Paleob. Palin.* 51-53.
- Di Castri F & Hajek E (1976) *Bioclimatología de Chile*. Vicerrectoría Académica de la Universidad Católica de Chile.
- Dilcher D (1973) The Eocene floras of southeastern North America. En Graham A (ed.) *Vegetation and Vegetational History of Northern Latin America*, pp. 39-59, Elsevier, Amsterdam - London - N. York.
- Dolph G & Dilcher D (1979) Foliar physiognomy as an aid in determining paleoclimate. *Paleontographica, Abt.B.* 170(4-6): 151-172.
- Doubinger J (1972) Evolution de la flore (pollens et esporos) au Chili central (Arauco), du Crétacé supérieur au Miocène. *C. R. Soc. Biogéogr.*, 427:17-25.
- Doubinger J & Chotin P (1975) Etude palynologique de lignites tertiaires du bassin D'Arauco-Concepción (Chili). *Rev. Esp. Micropaleontol.*, 7 (3): 549-565.
- Dusen P (1899) Über die Tertiäre flora der Magellansländer. *Svenska Expeditionen till Magellansländer* EdI. N°4 87.
- Dusen P (1908) Über die Tertiäre flora der Seymour-Insel. *Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Südpolar-Expedition 1901-1903*. B. III-3, p1

- Engelhardt H (1891) Über Tertiärpflanzen von Chile. Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gessellschaft. B.16, H. 4, p.629.
- Fasola A (1969) Estudio palinológico de la Formación Loreto (Terciario Medio), Provincia de Magallanes, Chile. *Ameghiniana*, 6(1):3-19.
- Fiori A (1938) Filliti terziare della Patagonia (Pt.III). *Giorn. Geol.*, 13: 41-68, I lám.
- Flohn H (1983) Climate evolution in the southern Hemisphere and the equatorial region during the Late Cenozoic. SASQUA International Simposium, Swaziland.
- Flynn J, Wyss A, Charrier R & Swisher C (1995) An early Miocene anthropoid skull from the Chilean Andes. *Nature*, 373:603-607.
- Frenguelli J (1941) Nuevos elementos florísticos del Magellánico de Patagonia austral. *Not. Mus. La Plata. Paleontol.* VI (30):173-202, VIII Lám.
- Frenguelli J (1953) La flora fósil de la región del Alto Río Chalia, en Santa Cruz (Patagonia). *Not. Mus. Eva Perón, Paleontol.*, 16(98):239-257.
- Fuenzalida H (1964) Los afloramientos plantíferos de "El Arrayán", inmediaciones de Santiago. *Not. Mensual Mus. Nac. Hist. Nat. Chile* 9 (100):1-3.
- Gandolfo MA (1994) Evolución del género *Nothofagus* Blume, basada en su morfología foliar comparada. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, F.C.E.N. Depto. Biología.
- Garleff K, Sachäbitz F, Stingl H & Veit H (1991) Jungquartäre landschaftsentwicklung und klimageschichte beiderseits der Ariden Diagonale Südamerikas. Bamberg Geographische. Schriften Bd. 11:359-394.

- Guerstein R (1990) Palinología estratigráfica del Terciario de la cuenca del Colorado, Republica Argentina. Parte III: Estudio sistemático y estadístico de la perforación Puerto Belgrano N° 20. Rev. Esp. Micropaleontol. 12(3): 459-480.
- Gunckel H (1984) Helechos de Chile. Monografías anexas a los Anales de la Universidad de Chile, N°1.
- Herbst R, Anzotegui LM & Jalfin G (1987) Estratigrafía, paleoambientes y dos especies de *Salvinia* Adanson (Filicopsida), del Mioceno superior de Salta, Argentina. FACENA 7:15-42
- Hickey L (1974) Clasificación de la arquitectura de las hojas de Dicotiledoneas. Bol. Soc. Argentina Botánica 1-2: 1-26.
- Hoffman A (1991) Flora silvestre de Chile, zona Araucana. Segunda Edición Revisada y aumentada. Ed. Fundación Claudio Gay. 258 pp.
- Hueck K (1978) Los Bosques de Sudamérica, Eschborn, Hoehl-Druck.
- Hünicken M (1967) Flora terciaria de los estratos de Rio Turbio, Santa Cruz. Rev. niveles Plantíferos del Arroyo, Santa Flavia. Fac. Cienc. Exact. Fis. Nat. U.N. Córdoba, Cs. Nat. 27(3-4):139-227.
- Hünicken M (1971) Paleophytología Kurtziana III. Atlas de la flora fósil de Cerro Guido (Cretácico superior), Ultima Esperanza, Chile (Especímenes examinados por F. Kurtz). Ameghiniana, 8(3-4):231-250.
- Kessler VA (1991) Zur frage der änderung der allgemeinen atmosphärischen zirkulation auf dem Altiplano seit dem spätglazial. Bamberger Geograph. Schrif. 11:351-357.

- Killen TJ, García E y Beck SG (1993) Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia y Missouri Botanical Garden. 958 p.
- Klucking E (1987) Leaf venation patterns. Vol 2. Lauraceae. ed. J.Cramer. En der Gerbüder Borntraeger Verlagsbuchbandlung.
- Klucking E (1988) Leaf venation patterns. Vol 3. Myrtaceae. ed. J.Cramer. in der Gerbüder Borntraeger Verlagsbuchbandlung.
- Kopp L (1966) A Taxonomic revision of the Genus *Persea* in the western Hemisphaeric. (*Persea*- Lauraceae). Mem. New York. Bot. Gard. 14(1): 1-120.
- Kurtz F (1902) Contribuciones a la paleophytología Argentina III. Sobre la existencia de una Dakota Flora en la Patagonia austrooccidental (Cerro Guido, Gobernación de Santa Cruz). Rev. Mus. La Plata, 10: 43-60.
- Kvasov DD & Verbitski M (1981) Cause of antarctic glaciation in the Cenozoic. Quaternary Research 15:1-164.
- Landrum L (1981) The phylogeny and geography of *Myrceugenia* (Myrtaceae). Brittonia 33(1) pp:105-129.
- Landrum L (1985) Monograph of the genus *Myrceugenia* (Myrtaceae). Flora Neotropica monograph 29: 1-126.
- Landrum L (1988) The Myrtle family (Myrtaceae) in Chile. Proc. California Acad. Scien. 45 (12):277-317.
- Legrime PR (1982) Árboles indígenas del noroeste Argentino. Opera Lilloana 34:1- 226.

- Lima M & Salard-Chebouldaeff M (1981) Palinologie des bassins de Gandarela et Fonseca (Eocene de L'Etat de Minas Gerais, Bresil) Boletim IG, Instituto de Geociências, USP. V. 12:33-54.
- Lima M & Amador E (1985) Análise palinológica de sedimentos da Formacao Resende, Terciário do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. VIII Cong. Bras. Paleont: 1983, MME-DNPM, sér. Geologia N° 27, Paleont:/Estratig N°2, 1985.
- Lima M, Salard-Chebouldaeff M & Suguio K (1985) Etude palynologique de la Formation Tremembé, Tertiaire du Bassin de Taubaté, (Etat de Sao Paulo, Bresil), D'Apres les Echantillons su sondage n° 42 du CNP. VIII Cong. Bras. Paleont: 1983, MME-DNPM, sér. Geologia N° 27, Paleont:/Estratig N°2, 1985.
- Lima M & Angulo R (1990) Descoberta de Microflora em um nível linhítico da Formacao Alexandra, Teriário do Estado do Paraná, Brasil. An. Acad. Bras. 62 (4):357-371.
- Lima M, Melo M & Coimbra A (1991) Palinologia de sedimentos da Bacia de Sao Paulo, Terciário do Estado de Sao Paulo, Brasil. Rev. IG. Sao Paulo, 12 (1/2), 7-20.
- Lowell TC, Heusser CJ, Andersen BG, Moreno PI, Hauser A, Heusser LE, Schlüchter C, Marchant DR & Denton GH (1985) Interhemispheric correlation of late Pleistocene glacial events. Science 269: 1541-1549
- Mabberley DJ (1987) The plant book. A dictionary of higher plants. Cambridge University press. New York-Melbourne
- Marticorena C & Rodríguez R (1995) Flora de Chile. Vol. I. Pteridophyta-Gymnospermae. Univ. Concepción, Concepción, Chile.

- Martínez S (1984) Arquitectura foliar de las especies del género *Prosopis*. *Darwiniana* 25 (1-4):279-297.
- Menéndez C (1962) Leño petrificado de una Leguminosa del Terciario de Tiopunco, Provincia de Tucumán. *Ameghiniana*, 2(7):121-126, III lám.
- Menéndez C (1959) Flora Cretácico de la serie el Castillo. Al sur del Cerro Cachetamán, Chubut. *Rev. Asoc. Geol. Argentina*. 14(3-4): 219-238.
- Menéndez C (1971) Floras terciarias de la Argentina. *Ameghiniana*, 8 (3-4):357-370.
- Menéndez C (1972) Paleofloras de la Patagonia. En Dimitri MJ (ed) La región de los bosques Andino-Patagónicos. Col. Cient. INTA Buenos Aires p:129-184.
- Menéndez C & Caccavari M (1975). Las especies de *Nothofagidites* (Polen fósil de *Nothofagus*) de sedimentos Terciarios y Cretácicos de Estancia La Sara, Norte de Tierra del Fuego, Argentina. *Ameghiniana* 12(2):165-183.
- Miller A (1976) The climate of Chile. In Schwerdtfeger W (ed) World survey of climatology Vol. 12. Climates of Central and South America. Elsevier Scientific Publishing Com. Amsterdam-Oxford-New York p:113-130.
- Mueller-Dombois D & Ellenberg H (1974) Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons (eds).
- Nishida M (1989) The anatomy and affinities of the Petrified Plants from the Tertiary of Chile, I. *Contr. to the Botany of the Andes I*. (Ed. M. Nishida): 81-85. Academia Scientific Book Inc. Tokyo.

- Orlando H (1963) La flora fósil en las inmediaciones de la Península Ardley, isla 25 de Mayo, islas Shetland del Sur. *Contr. Inst. Antárt. Argentino*, 79:1-17.
- Palma-Heldt S (1983) Estudio palinológico del Terciario sedimentario de Lonquimay, Provincia de Malleco, Chile. *Rev. Geol. Chile*, 18:55-75, 2 figs. 2 tab., 2 lám.
- Pascual R & Odreman Rivas E (1971) Evolución de las comunidades de los vertebrados del Terciario Argentino. Los Aspectos paleozoogeográficos y paleoclimáticos relacionados. *Ameghiniana* 8: 372-412.
- Quatrocchio M, Marquillas R & Volkheimer W (1988) Palinología, paleoambientes y edad de la Formación Tunal, Cuenca del Grupo Salta (Cretácico-Eoceno), República Argentina. IV Congr. Argentino de Paleontol. y Bioestratigr. *Actas* 3:95-120.
- Quatrocchio M & Volkheimer W (1990) Paleogene paleoenvironmental trends as reflected by palynological assemblage types, Salta Basin, NW Argentina. *N.J.b Geol. Pläont. Abh.* 181(1-3):377-396.
- Petriella B & Archangelsky S (1975) Vegetación y ambiente en el Paleoceno de Chubut. *Actas I Cong. de Paleontol. Biostrat.* 1:257-269.
- Ramos V (1989) The birth of southern South America. *Am. Sci.*, 77:444-450.
- Raunkiaer C (1934) *The life-forms of plants and statistical plant geography.*- Oxford Univ. Press, Oxford.
- Raven P & Axelrod D (1974) Angiosperm biogeography and past Continental Movements. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 61: 539-673.

- Robyns A (1967) Flora of Panama. Cochlospermaceae. Ann Missouri Bot. Gard. 54 (1):61-64.
- Rodríguez R, Matthei O & Quezada M (1983) Flora arbórea de Chile. Ed. Univ. Concepción. Concepción.
- Romero EJ (1978) Paleoecología y paleofitogeografía de las taofloras del Cenofítico de Argentina y áreas vecinas. Ameghiniana 15 (1-2): 209-227.
- Romero EJ & Arguijo M (1981) Nota sobre problemas nomenclatoriales de algunas plantas fósiles del Cenofítico de Austrosudamérica. Bol. Asoc. Lat. Paleobot. Palinol. 8: 21-33.
- Romero EJ & Arguijo M (1981) Análisis biostratigráfico de las taofloras del Cretácico superior de Austrosudamérica. En Com. Sud. del Jurásico y Cretácico (eds) Cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur 2:393-406.
- Romero EJ & Dibern M (1985) A review of the species described as *Fagus* and *Nothofagus* by Dusen. Paleontographica Abt.B. 197(4-6):123-137.
- Romero EJ (1986) Paleogene phytogeography and climatology of South America. Ann. Miss. Bot. Gard. 73:449-461.
- Romero EJ & Castro M (1986) Material fúngico y granos de polen de Angiospermas de la Formación Rio Turbio (Eoceno), Provincia de Santa Cruz, República Argentina. Ameghiniana 23(1-2): 101-118.
- Romero EJ (1993) South American paleofloras. En Goldblatt, P. (ed.) Biological relationships between Africa and South America. Yale University Press.p: 62-85.

- Romero EJ & Troncoso A (1994) Historia de la flora de la parte austral de América del Sur. VI Cong. Lat. Botánica. Libro resúmenes, conferencias y simposios. p:57
- Rondanelli MJ & Palma S (1991) Improntas del Mioceno de los estratos del Río Pedregoso. Lonquimay, Chile (38°38'S, 71°08'W). VIII Reun. Nac. Botánica, Soc. Bot. de Chile. p:110.
- Sarmiento G (1972) Ecological and floristic convergences between seasonal Plant Formations of tropical and subtropical South America. J. Ecol. 60: 367-410.
- Schmithüsen J (1956) Die räumliche Ordnung der chilenischen vegetation. Bonner Geographische Abhandlungen 17: 1-86
- Solbrig O (1976) The Origin and floristic affinities of the South American temperate desert and semidesert regions. En: Goodall DW (ed) Evolution of desert biota University Texas Press, Austin, Texas. p:7-49
- Solbrig O, Cody ML, Fuentes ER, Glanz W, Hunt JH & Moldenke AR (1977) The origin of the Biota. En Mooney HA (ed) Convergent evolution in Chile and California: Mediterranean climate ecosystems. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, PA, p:13-26
- Tanai T (1986) Phytogeographic and phylogenetic history of the Genus *Nothofagus* Bl. (Fagaceae) in the Southern Hemisphere. Jour. Fac.Sci., Hokkaido Univ. 21(4):505-582.
- Thiele R (1980) Carta geológica de Chile. Escala 1:25000. Hoja Santiago, Región Metropolitana. N° 39. 51pp. 1 carta geológica. Ed. Inst. Invest. Geológicas Chile.

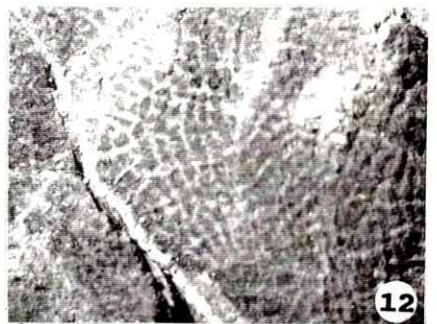
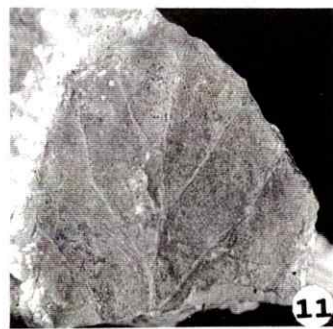
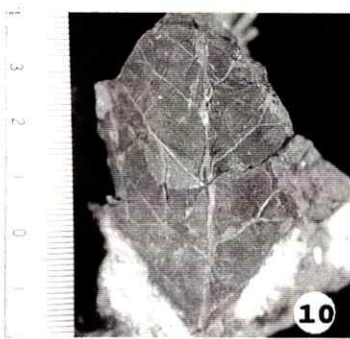
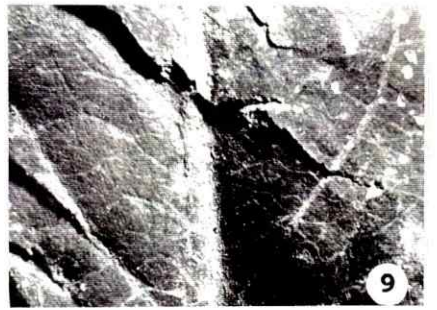
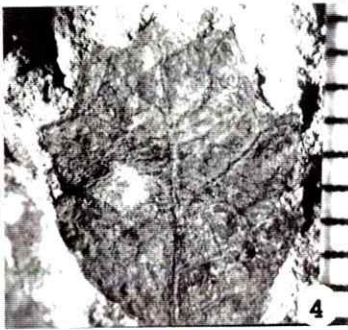
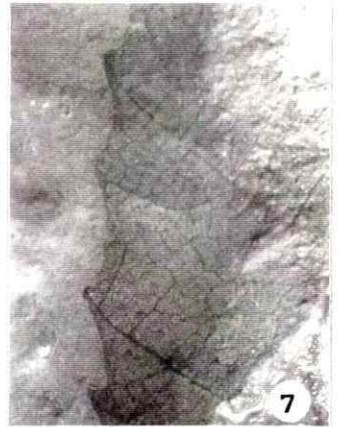
- Troncoso A (1986) Nuevas órgano-especies en la taoflora Terciaria inferior de Península Fildes, isla Rey Jorge, Antártica. Ser. Cient. INACH 34:23-46.
- Troncoso A & Muñoz J (1988) La edad de las tobas blanquecinas de Quinamávida y de las areniscas del Puente Bullileo (7° Región, Chile). Actas V Cong. Geol. Chileno. II: c203-c211.
- Troncoso A (1991) Paleomegafloora de la Formación Navidad, Miembro Navidad (Mioceno), En el área de Matanzas, Chile Central Occidental. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 42:131-168.
- Troncoso A (1992) La taoflora terciaria de Quinamávida (7 Región, Chile) Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 43: 155-178.
- Troncoso A & Romero EJ (1993) Consideraciones acerca de las coníferas del Mioceno de Chile Central Occidental. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 44:47-71.
- Uliana M & Biddle K (1988) Mesozoic-Cenozoic paleogeographic and geodynamic evolution of southern South America. Rev. Brasileira Geoc., 18(2):172-190.III.4.
- Van Husen C (1967) Klimagliederung in Chile auf der Basis von Häufigkeitsverteilungen der Niederschlagssummen. Freiburger Geographische Hefte Herausgegeben von Fritz Bartz und Wolfgang heft 4. Im Selbstverlag der Geographischen Institute der Albert-Ludwigs- Universität Freiburg I.B.R.
- Vergara M, Charrier R, Munizaga F, Rivano S, Sepulveda P, Thiele R & Drake R (1986) Miocene volcanism in the central Chilean Andes (31°30' S-34°35' S). Journ. S. Am. Earth Science. 1(2):199-209.

- Veit H (1991a) Jungquartäre Relief-und Bodenentwicklung in der Hochkordillere im Einzugsgebiet des Rio Elqui (Nordchile, 30°S). Bamberg Geog Schr 11: 81-97.
- Veit H (1991b) Jungquartäre Landschafts-und Bodenentwicklung im chilenischen Andenvorland zwischen 27° to 33°S. Bonner Geog. Abh. 85: 196-208
- Villagrán C (1993) Una interpretación climática del registro palinológico del último ciclo-Glacial-Postglacial en Sudamérica. Bull. Inst. fr. études Andines. 22 (1):243-258.
- Villagrán C (1995a) Quaternary history of Mediterranean vegetation of Chile. En Arroyo, MTK; Zedler, P. & Fox, M.(eds), Ecology and Biogeography of Mediterranean Ecosystem in Chile, California and Australia. Ecological Studies, vol 108. Springer-Verlag, NY. p:3-20
- Villagrán C, Le-Quesne C, Aravena JC, Jiménez H & Hinojosa LF (1995,b En presensa) El rol de los cambios de clima del Cuaternario en la distribución actual de la vegetación de Chile central-sur. Bamberg Geographische Schriften.
- Villagrán C, Moreno P & Villa R (1995c) Antecedentes palinológicos acerca de la historia cuaternaria de los bosques chilenos. En Armesto J, Villagrán C & Arroyo MTK (eds) Ecología de los bosques nativos de Chile. Monografías Editorial Universitaria, Santiago.
- Volkheimer W (1971) Aspectos paleoclimatológicos del Terciario Argentino. Rev. Mus. Argen. Cienc. Nat. "Bernardino Rivadavia", (8): 241-264.
- Willis JC (1985) A dictionary of flowering plants and ferns. Student Ed. Cambridge University Press, 8° Edition London-New York-New Rochelle-Melbourne-Sydney.

- Wolfe J (1969) Paleogene floras from the Gulf of Alaska region. U.S. Geol.Surv. Open File Rept. 114 pp.
- Wolfe J (1971) Tertiary climatic fluctuations and methods of analysis of Tertiary floras. *Paleogeogr. Paleoclimat. Paleoecol.*, 9:27-57.
- Wolfe J (1978) A paleobotanical interpretation of Tertiary climates in the Northern Hemisphere. *Am. Sci.* 66:694-703.
- Wolfe J & Hopkins (1967) Climatic changes recorded by Tertiary land floras in northwestern North America. In: Kotara Hatai. (Ed). *Tertiary Correlations and Climatic Changes in the Pacific*, pp. 67-76. Sasaki, Sendai.
- Zastawniak E, Wrana R, Gazdzicki A & Birkanmajer K (1985). Plant remains from the top part of the point Hennequin Group (Upper Oligocene), King George Island (South Shetlands, Antarctica). *Stud. Geol. Polonica*, 81: 143-164.

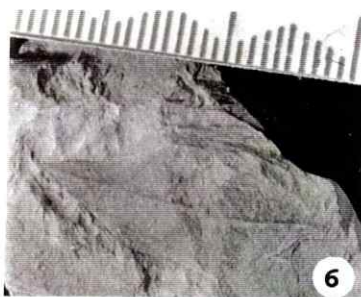
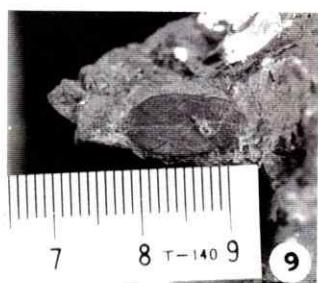
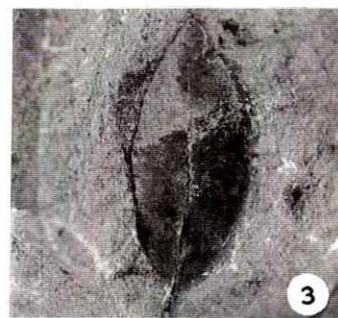
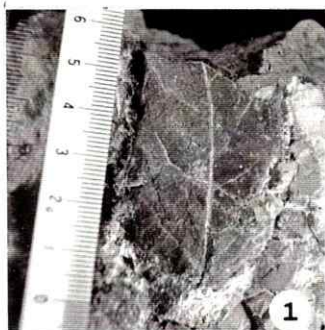
LAMINAS I-II: Improntas foliares de la taoflora Cerro Las Aguilas**LAMINA I**

1. *Austrocedrus* sp.
2. *Blechnum* sp.
3. *Blechnum* sp. Detalle de la venación
4. *Berberis* sp.
5. *Nothofagus serrulata* Dusén. Impronta.
6. *Nothofagus serrulata* Dusén. Contraimpronta
7. *Nothofagus serrulata* Dusén. Detalle del borde, tipo de dientes y venación.
8. *Phoebe* sp.
9. *Phoebe* sp. Detalle área intercostal y venación.
10. *Persea* sp.
11. *Persea* sp. Apice.
12. *Persea* sp. Area intercostal mostrando la malla ortogonal.



LAMINA II

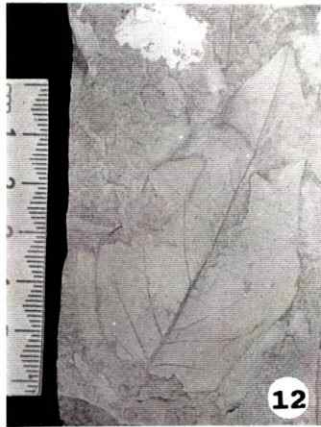
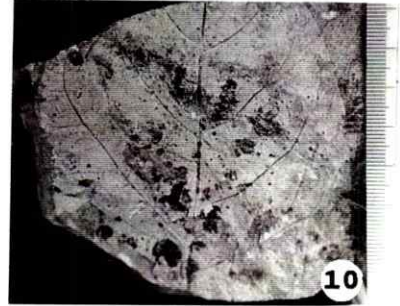
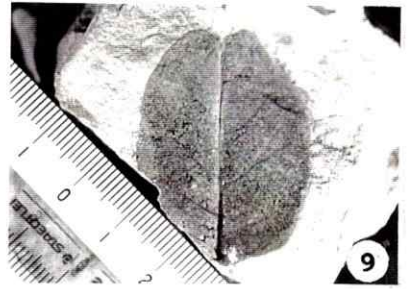
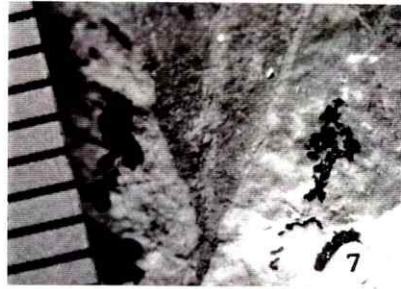
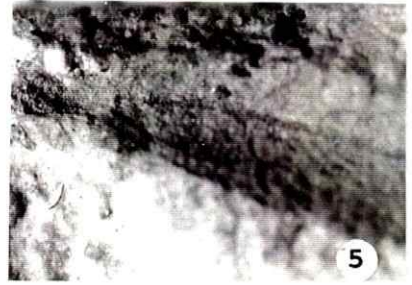
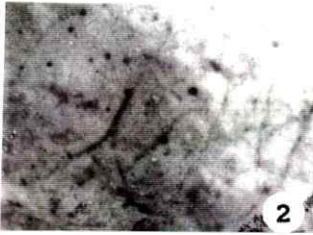
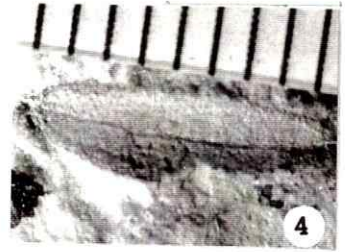
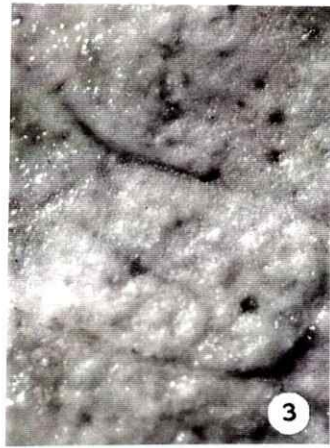
1. *Laurophyllum* sp1. Lámina mostrando grandes áreas intercostales.
2. *Laurophyllum* sp2. Impronta.
3. *Laurophyllum* sp2. Contraimpronta.
4. *Cassia* sp.
- 5.- 6. *Myrcia* sp.
7. *Myrcia* sp. Detalle ápice y venas secundarias superiores.
8. *Myrcia* sp. Detalle base.
- 9.-10 *Myrtaceae* sp1.
11. *Myrtaceae* sp2.
12. *Phyllites* sp2.



LAMINAS III-IV: Improntas foliares de la tafoflora Cerro Los Litres**LAMINA III**

1. *Cochlospermum* sp.
2. *Cochlospermum* sp. Detalle base, observándose la inserción del pecíolo a la lámina.
3. *Cunoniaceae* sp.
4. *Cryptocarya* sp.
5. *Cryptocarya* sp. Detalle base y venación secundaria.
6. *Beilschmiedia* sp.
7. *Athyana* sp.
8. *Myrceugenia* sp1.
9. *Myrceugenia* sp2.
10. *Myrceugenia* sp2. Detalle venación secundaria y glándulas en posición laminar.

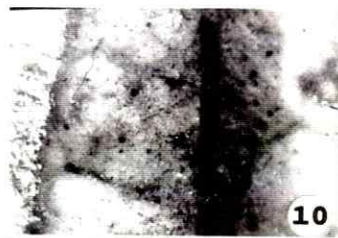
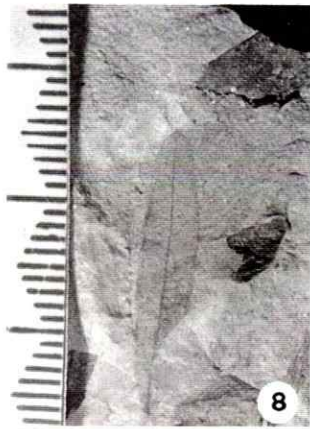
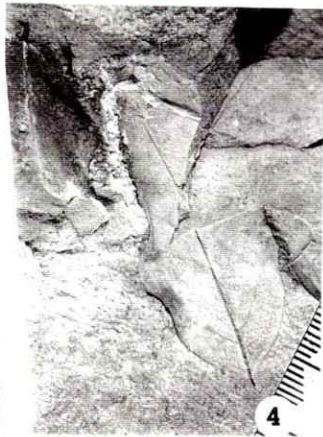
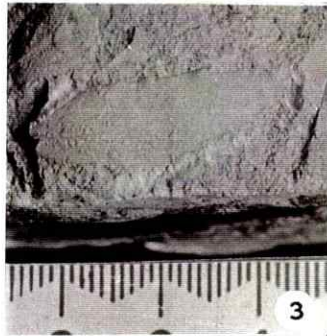
2001.11.17



LAMINA IV

1. *Myrtaceae* sp.
2. *Myrtaceae* sp. Detalle venas secundarias.
3. *Myrtaceae* sp. Detalle vena intersecundaria ramificándose admedialmente.
4. *Prosopis* sp.
5. *Prosopis* sp. Base.
6. *Leguminosites* sp.
7. *Leguminosites* sp. Detalle base.
8. *Leguminosites* sp. Detalle venación secundaria.
9. *Peumus* sp.
10. *Phyllites* sp1.
11. *Phyllites* sp2.
12. *Phyllites* sp3.

UP 712 F.



ANEXOS

Anexo I

GLOSARIO DE TERMINOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES

(Hickey, 1974; Rodriguez et al, 1983 y Gunckel 1984)

Actinódroma:	Tres o más venas primarias divergiendo radialmente de un punto único.
Acuminado:	Punta aguda, márgenes marcadamente cóncavos, ya sea larga o cortamente acuminados.
Admedialmente:	Hacia el eje foliar.
Adpreso:	Hojas pegadas a la ramilla.
Areolas:	Las áreas más pequeñas del tejido foliar rodeadas por venas que tomadas en conjunto forman un campo contiguo a través de la mayor parte del área de la hoja.
Broquidódroma:	Las venas secundarias se unen en una serie de arcos.
Camptódroma:	Venas secundarias no terminan en el borde.
Cartácea:	Textura de la hoja opaca, como papel.
Capilar:	Proporcionalmente delgado en relación a los órdenes primario y terciario o al secundario en otras hojas de tamaño semejante.
Coriácea:	Grueso como el cuero, tiesa.
Craspedódroma:	Venas secundarias terminando en el margen.
Decusado:	Disposición en pares que alternativamente se cruzan.
Emarginado:	Apice anchamente escotado por un entrante del tejido foliar.
Eroso:	Margen irregular como roído.
Eucamptódroma:	Secundarias dirigidas hacia arriba y disminuyendo gradualmente hacia el ápice dentro del margen, conectadas con las secundarias superadyacentes por una serie de venas transversales sin formar arcos marginales prominentes.
Exmedial:	Hacia afuera del eje foliar.

Fimbriado:	En la venación última marginal, órdenes de venación altos fusionados en una vena que corre justo dentro del margen (vena fimbrial).
Hemilámina:	La mitad de una lámina, entre su borde y la vena media
Hojas faciales:	En una ramilla aplanada, las hojas que se disponen en el frente.
Intercostal:	Area comprendida entre dos venas secundarias consecutivas.
Intersecundaria:	Grosor intermedio entre las venas de orden secundario y terciario.
Intramarginal:	Vena que corre paralelo al margen de la hoja y en la cual se fusionan las venas secundarias.
Malla Ortogonal:	Malla formada por venas que se originan en ángulo recto.
Oblanceolado:	En una hoja obovada, las que presentan una relación Largo/Ancho de 3:1.
Ojalada:	La mayor parte de la venación última marginal curvada formando ojales.
Ortogonal:	Originándose en ángulos rectos.
Palmilobulada:	Hoja con forma de palma, con presencia de lóbulos.
Percurrente:	Venas terciarias a partir de secundarias opuestas fusionándose.
Pinna:	Cada uno de los folíolos de una hoja compuesta pinnada.
Raquis:	Eje de una hoja compuesta que lleva los folíolos.
Recurvado:	Arqueándose basalmente por una parte de su trayectoria.
Revoluto:	Margen doblado hacia abajo o enrollado sobre si mismo.
Senos:	Incisiones entre las proyecciones marginales de cualquier tipo: Lóbulos, dientes o crenas.
Vénulas:	Ultimas venas de la hoja que terminan libres y venas del mismo orden que ocasionalmente cruzan las areolas para conectarse distalmente.

ANEXO 2: Tafofloras del sur de Sudamérica consideradas en las comparaciones.

YACIMIENTO	UBICACION	CARACTER	EDAD
1 Cerro Cachetamán	45°20'S	Cálido/Gondwanico	Turoniano-Senoniano
2 Fm. Mata Amarilla	49°S	Cálido/Gondwanico	Coniaciano
3 Cerro Guido	51°S	Cálido/Gondwanico	Maastrichtiano
4 Fm. Quiriquina	37°S	Cálido/Gondwanico	Cretácico Superior
5 Fm. Jagüel	39°S	Cálido	Cretácico Superior
6 Estancia La Sara	53°30'S	Cálido	Cretácico Superior
7 Fm. Tunal	25°S	Cálido	Paleoceno
8 Lota-Coronel	37°S	Cálido	Paleoceno
9 Bororo	43°33'S	Cálido	Paleoceno
10 Salamanca	45°-46°S	Cálido	Paleoceno
11 Pichileufu	41°S	Mixta	Paleoceno/Eoceno
12 Laguna del Hunco	42° 27' S	Mixta	Paleoceno/Eoceno
13 Península Ardley	Antártica	Mixta/ <i>Nothofagus</i>	Paleoceno/Eoceno
14 Península Fildes	Antártica	Mixta	Paleoceno-Eoceno
15 Fm. Lumbrera	25°S	Cálido	Eoceno inferior
16 Quinamávida	35° 47' S	Mixta	Eoceno inferior
17 Fm. Tribueco	37°S	Mixta/ <i>Nothofagus</i>	Eoceno inferior
18 Chinqueniyeu	41° 35' S	Mixta/ <i>Nothofagus</i>	Eoceno inferior
19 Cañadon Hondo	45° 20' S	Mixta/ <i>Nothofagus</i>	Eoceno inferior
20 El Arrayán	33° 15' S	Mixta/ <i>Nothofagus</i>	Eoceno medio
21 Bullileo	36° 14' S	Mixta/ <i>Nothofagus</i>	Eoceno Medio
22 Rio Turbio	51° 33' S	Mixta/ <i>Nothofagus</i>	Eoceno medio
23 Rio Ñirihuau	41°S	Antártica	Eoceno superior
24 Fm. Leña Dura	53° 10' S	Antártica	Eoceno superior

25 Lonquimay	38° 30' S	Antártica	Eoceno/Oligoceno
26 Puerto Belgrano	39°S	Mixta/ <i>Nothofagus</i>	Eoceno-Oligoceno
27 Confluencia	40° 40' S	Antártica	Eoceno-Oligoceno
28 Fm. Guillermo	51° 33' S	Antártica	Eoceno-Oligoceno
29 Fm. Loreto	53° 10' S	Antártica	Eoceno-Oligoceno
30 Rio Beta	52° 40' S	Antártica	Oligoceno
31 Rio Condor	54°S	Antártica	Oligoceno
32 B. Carmen Silva	53° 30' S	Antártica	Oligoceno
33 Fm Rosende	23°S	Cálido	Eoceno superior
34 Gandarela-Fonseca	20°S	Cálido	Eoceno superior
35 B.Sao Paulo	23° 30' S	Cálido + seco	Oligoceno
36 Fm. Tremembé	22° 30' S	Cálido + seco	Oligoceno
37 Fm. Alexandra	26°S	Cálido + seco	Mioceno inf/medio
38 Psyllipampa	18°S	Cálido	Mioceno inf/medio
39 Fm. Chucal	18°S	Cálido	Mioceno inferior
40 Goterones	33° 57' S	Mixta/ <i>Nothofagus</i>	Mioceno inferior
41 Cordillera Andes	32° 25' S	Mixta/ <i>Nothofagus</i>	Mioceno inferior
42 Rio Las Leñas	35°S	Mixta/ <i>Nothofagus</i> ?	Mioceno inferior
43 Fm. Ranquil	37°S	Antártica	Mioceno inferior?
44 Puerto Belgrano (M)	39°S	Mixta/ <i>Nothofagus</i>	Mioceno inferior?
45 Potosí	19°S	Subtropical Mésica	Mioceno superior?
46 Fm Paraná	33°S	Subtropical Mésica	Mioceno superior
47 Fm. Palo Pintado	25°S	Subtropical Mésica	Mioceno superior
48 Boca Pupuya	33° 57' S	Mixta/ <i>Nothofagus</i>	Mioceno superior
49 Rio Pedregoso	38° 38' S	Antártica	Mioceno superior?
50 Puerto Belgrano (N)	39°S	Mixta/ <i>Nothofagus</i>	Mioceno superior?

51	Hermanderías	32°S	Subtropical Xérica.	Plioceno
52	Ituizangó	28°S	Subtropical Mésica.	Plioceno
53	Tiopunco	26°S	Subtropical Xérica	Plioceno

ANEXO 2 (Continuación)

YACIMIENTO	AUTOR
1 Cerro Cachetamán	Menéndez 1959
2 Fm. Mata Amarilla	Berry 1928; Frengelli 1953
3 Cerro Guido	Kurtz 1906; Hünicken 1971
4 Fm. Quiriquina	Doubinger 1972
5 Fm. Jagüel	Menéndez & Caccavari 1975
6 Estancia La Sara	Archangelsky & Romero 1974; Menéndez & Caccavari 1975
7 Fm. Tunal	Quatrocchio et al 1988; Quatrocchio & Volkheimer 1990
8 Lota-Coronel	Engelhardt 1891; Berry 1922; Doubinger 1972; Doubinger & Chotin 1975
9 Bororo	Archangelsky et al 1973; 1974; 1986; Pietriella & Archangelsky 1975
10 Salamanca	Archangelsky et al 1973; 1974; 1986; Pietriella & Archangelsky 1975
11 Pichileufu	Berry 1938
12 Laguna del Hunco	Berry 1925; Archangelsky 1974
13 Península Ardley	Dusen 1908; Orlando 1963
14 Península Fildes	Troncoso 1986
15 Fm. Lumbrera	Quatrocchio & Volkheimer
16 Quinamávida	Troncoso & Muñoz 1988; Troncoso 1992
17 Fm. Tribueco	Doubinger 1972
18 Chinqueniyeu	Romero 1979

19 Cañadon Hondo	Romero 1979
20 El Arrayán	Fuenzalida 1964; Troncoso e Hinojosa (manuscrito)
21 Bullileo	Troncoso & Muñoz 1988
22 Rio Turbio	Frenguelli 1941; Hünicken 1967
23 Rio Ñirihuau	Berry, 1928; Fiori 1941; Romero 1986
24 Fm. Leña Dura	Cookson & Cranwell 1967
25 Lonquimay	Palma-Heldt 1983
26 Puerto Belgrano	Guerstein 1990
27 Confluencia	Baez et al 1990
28 Fm. Guillermo	Frenguelli 1941, Gandolfo 1994
29 Fm. Loreto	Fasola 1969
30, Rio Beta	Dusén 1899
31 Rio Condor	Dusén 1899
32 B. Carmen Silva	Dusén 1899
33 Fm Rosende	Lima et al 1985
34 Gandarela-Fonsec	Lima & Salard 1981
35 B.Sao Paulo	Lima et al 1991
36 Fm. Tremembé	Lima et al 1985
37 Fm. Alexandra	Lima & Angulo 1990
38 Psyllipampa	Berry 1938; Axelrod 1979
39 Fm. Chucal	Charrier et al 1994
40 Goterones	Troncoso 1991; Troncoso & Romero 1993
41 Cordillera Andes	Pons & Vicente 1985
42 Rio Las Leñas	Flynn et al 1995
43 Fm. Ranquil	Doubinger 1972
44 Puerto Belgrano (M)	Guerstein 1990

45 Potosí	Berry 1919; Axelrod 1979
46 Fm Paraná	Anzotegui 1990; Anzotegui & Garalla 1986
47 Fm. Palo Pintado	Herbst et al 1987; Anzotegui 1992; Cuadrado & Anzotegui 1992
48 Boca Pupuya	Troncoso 1991; Troncoso & Romero 1993
49 Rio Pedregoso	Rondanelli & Palma 1991
50 Puerto Belgrano (N)	Guerstein 1990
51 Hermanderías	Anzotegui 1980; Anzotegui & Lutz 1981
52 Ituízangó	Anzotegui & lutz 1981
53 Tiopunco	Menéndez 1962