

C. D. O.: 165.5-181.1

VARIACION DEL HABITO Y HABITAT DE *Nothofagus antarctica*  
EN EL CENTRO SUR DE CHILE (\*)

C. Ramírez; M. Correa; H. Figueroa; J. San Martín.

SUMMARY

The phenotypic variation presented by *Nothofagus antarctica* was studied in different habitats in the provinces of Cautín, Valdivia and Osorno, in Southern Chile. Eleven plots were located, 3 at the Andes, 2 at the Central valley and 6 at the coastal mountain Range. A significant floristic and edaphic variation among places was verified. By using morphological and population features of the species and stand edaphic characteristics by means of cluster and factorial analysis, 3 morphotypes were established: an arboreal one, growing in optimal environment, a camephytic one of bog-lands and an intermediate morphotype which represents a shrubby dwarf type.

RESUMEN

Se estudió la variación fenotípica de *Nothofagus antarctica* en diferentes hábitats de las provincias de Cautín, Valdivia y Osorno, en el Sur de Chile. Se trabajó en 11 lugares ubicados, 3 en los Andes, 2 en la depresión intermedia y 6 en la cordillera de la Costa. Se encontró una variación florística y edáfica significativa entre los

diferentes lugares. Usando caracteres morfológicos y poblacionales de la especie y edáficos de los lugares y aplicando análisis de conglomerados y factoriales, se establecieron 3 morfotipos: uno arbóreo que crece en condiciones óptimas en los llamados "ñadis" del Valle Central, otro camefítico de lugares turbosos y un tercero intermedio que presenta un aspecto arbustivo achaparrado.

INTRODUCCION

Entre las especies chilenas del género *Nothofagus*, *N. antarctica* (Torst.) Oerst. (Ñirre) presenta la mayor amplitud ecológica. Esta especie se distribuye desde la provincia de Talca (VII Región) hasta el extremo sur del país, pasando también al lado Argentino (Donoso 1978, 1983; Hoffmann 1982). Dentro de esta gran área el Ñirre se presenta en forma discontinua, colonizando todo tipo de biótopos extremos que están vedados al resto de las especies del género. Así por ejemplo, forma el matorral achaparrado que prospera por sobre el límite del bosque en los Andes (Tomaselli 1981). También aparece en los llamados Mallines, situados a media altura en la misma cordillera (Martínez 1982)

(\*) Proyectos S-84-22 y 1231/84 financiados por la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Austral de Chile y el Fondo Nacional de Ciencias (FONDECYT, Chile).

En la depresión intermedia de la región valdiviana, crece en forma óptima en los llamados Ñadis. En la cumbre de la cordillera de la costa, integra la vegetación de pantanos turbosos y de turberas altas subantárticas (Ramírez 1968). En la parte norte crece en el sotobosque de los bosques de *Araucaria araucana*. En el extremo sur del país se mezcla con la lenga (*Nothofagus pumilio*) para formar el llamado Bosque Magallánico caducifolio (= bosque caducifolio antártico) de Oberdorfer (1960). Forma también bosquetes puros en la zona ecotonal entre bosques deciduos y estepa y agrupaciones menores en lugares turbosos del complejo de la tundra Magallánica y en territorios montanos sobre suelos de derrubios, llegando hasta el archipiélago del Cabo de Hornos (E. Pisano 1985, com. personal).

El ñirre es una especie característica del llamado "Bosque Caducifolio Subantártico", que corresponde a la Clase fitosociológica *Nothofagetea pumilionis antarcticae*, al Orden *Pumilietalia* y a la alianza *Pumilion* (Oberdorfer 1960). En esta alianza Schmithüsen (1960) incluye 5 asociaciones boscosas y arbustivas: Bosque de Lenga Andino (*Anemone-Nothofagetum pumilionis*), Bosque de Araucaria (*Carici-Araucarietum*), Matorral de Ñirre andino (*Nothofagetum antarcticae Andinum*), Bosque de Lenga Magallánico (*Nothofagetum pumiliae*) y bosque de Ñirre Magallánico (*Nothofagetum antarcticae typicum*). En esta última asociación Pisano (1977) diferencia cuatro fases: Monte y Bosque mesófilo y Monte y Bosque higrófilo. Además, el ñirre interviene en el *Chusqueo-Nothofagetum antarcticae* (Bosque de Ñirre, de ñadi y mallines), mencionado por Martín (1899), Montaldo (1966) y Ramírez (1980), en el *Gavileo-Austrodretum* (Bosque de ciprés de la cordillera) del lado argentino (Seibert 1972) y en turberas subantárticas de las clases *Astelio-*

*Oreoboletea* y *Rostkovio-Sphagnetea* (Knapp 1966; Schwaar 1976). En estas últimas comunidades, el ñirre adquiere un aspecto camefítico con su vitalidad muy reducida.

Las características de biótotos extremos de los lugares mencionados se expresan en suelos primitivos y turbosos, anegamiento prolongado y marcados cambios térmicos e hídricos. El Ñirre se adapta a estos biótotos tan extremos y diferentes entre sí, modificando su cuerpo vegetativo y adoptando diferentes formas de vida, las que van desde un árbol de unos 15 m de altura, a la de un pequeño subarbusto de unos cuantos decímetros. La presente investigación pretende establecer la variación fitosociológica y edáfica de los habitats y fenotípicas del Ñirre, en rodales ubicados en diferentes biótotos de las provincias de Cautín, Valdivia y Osorno, en el Sur de Chile.

#### Lugares de Trabajo

Se seleccionaron 11 lugares de muestre o tratando con ello de cubrir toda la gama de biótotos que coloniza el Ñirre en la región sur de Chile (Fig. 1.).

La parcela denominada "Antillanca" se ubicó en una pendiente con exposición sur-oeste, con 45° de inclinación ya 1.100 m de altitud, en el camino del Refugio Antillanca al cráter del volcán Casablanca. Corresponde un matorral bajo, achaparrado, con troncos retorcidos y de difícil acceso. Este matorral se encuentra inmediatamente por sobre el límite del bosque, formado allí por la lenga (*Nothofagus pumilio*) y en su borde superior da paso a la estepa alto-andina. En el abundan las especies *Nothofagus antarctica*, *Drimys winteri* var. *andina*, *Embothrium coccineum*, *Maytenus disticha* y *Empetrum rubrum*, entre otros. El clima de este lugar es frío, ya que gran parte del año se encuentra cu-

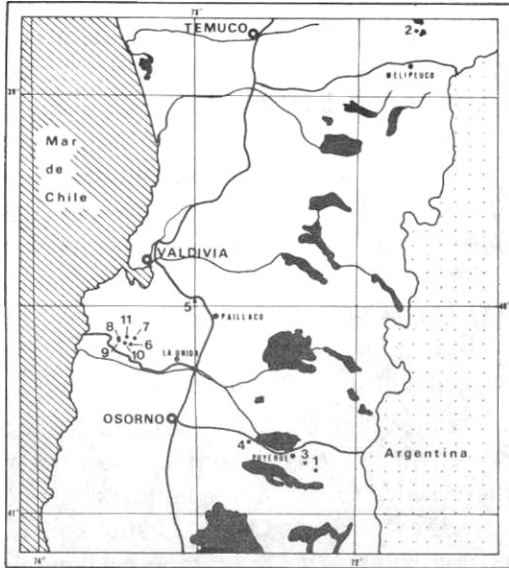


Fig. 1: Ubicación de los lugares de muestreo en el sur de Chile. 1 = Antillanca, 2 = Conguillío, 3 = Los Mallines, 4 = Puyehue, 5 = Paillaco, 6 = Pantano Endesa, 7 = Endesa, 8 = Pampas Verdes, 9 = Turbera Pampas Verdes, 10 = Turbera El Refugio, 11 = Mirador.

*Location of the samples places in southern Chile. 1 = Antillanca, 2 = Conguillío, 3 = Los Mallines, 4 = Puyehue, 5 = Paillaco, 6 = Pantano Endesa, 7 = Endesa, 8 = Pampas Verdes, 9 = Turbera Pampas Verdes, 10 = Turbera El Refugio, 11 = Mirador.*

bierto por una capa de nieve. La actividad vegetativa se prolonga, por cerca de 5 meses, desde noviembre a marzo.

El siguiente lugar de muestreo correspondió a una parcela situada a orillas del lago Conguillío, provincia de Cautín, a 1.200 m sobre el nivel del mar, en una depresión que reúne las condiciones de los llamados "bolsones de frío", y donde las temperaturas alcanzan valores extremos (Geiger 1961). Junto al lago se encontró un rodal casi puro de ñirre, cuyo estrato dominante alcanzó alturas de 11 m con un DAP (diámetro a la altura del pecho) promedio de 15,4 cm. Acompañan al ñirre, en el sotobosque, *Ribes cucullatum* y *Pernettya poeppigii* (chaurilla). La cercanía del lago asegura un buen abastecimiento hídrico. Normalmente, se presenta una ca-

pa de nieve de más de 1 m de espesor durante 5 a 6 meses del año, sin embargo, el período de actividad vegetativa es más prolongado que en Antillanca (Di Castri, Hajek 1976).

El lugar "Los Mallines" se encuentra en el Parque Nacional Puyehue, en los Andes de la provincia de Osorno. Se trata de una laguna situada a 700 m de altitud en el camino de Aguas Calientes a Antillanca, que puede definirse como una turbera baja, topogénica, que avanza cegando el cuerpo acuático. También tiene características de bolsón de frío. En el centro de la laguna abundan plantas acuáticas, especialmente *Potamogeton stenostachys* (huiró) y *Myriophyllum elatinoides* (pasto pinito). Rodeando el agua se encuentra la turbera de relleno, formada por Juncáceas y Ciperáceas y más atrás, por árboles pequeños, arbustos y musgos del género *Sphagnum*. En la zona más retirada del agua, abundan *Nothofagus antarctica*, *Chusquea tenuiflora* (tihuén), *Escallonia virgata* (mekí) y *Sphagnum magellanicum*. También crecen individuos aislados de *Pilgerodendron uviferum* (ciprés de las Guaitecas). Los ñirres tienen forma arbustiva, alcanzando hasta 4 m de altura. En torno al mallín prosperan bosques siempreverdes. No obstante en invierno son frecuentes las nevadas. El período vegetativo se prolonga hasta 8 meses en el año. El suelo formado por restos vegetales en descomposición, se encuentra permanentemente anegado (Muñoz 1980).

El lugar de muestreo "Puyehue" se encuentra a 3 km del pueblo de Entre-Lagos, en la provincia de Osorno, por la carretera a Puyehue. Este lugar corresponde a una parte de la extensa franja de "ñadi" que prospera en la depresión intermedia, junto a los grandes lagos, desde el Villarrica al Llanquihue. Se trata de una formación boscosa aún poco conocida, integrada por varias asociaciones vegetales.

Los ñadis son grandes extensiones de terrenos planos, con un suelo formado por una delgada capa orgánica (20-50 cm de espesor) que descansa sobre un sedimento de acarreo fluvio-glacial (ripio). Este ripio está separado del suelo orgánico por una capa impermeable, cementada con óxidos de fierro y aluminio, que se conoce con el nombre común de "fierrillo". Ella impide por un lado, el paso del agua de lluvia hacia los estratos inferiores y por otro, la capilaridad del agua desde la napa freática. Por esto los ñadis son biótotos con características extremas, ya que permanecen anegados durante el invierno y se secan totalmente en verano. Estas condiciones impiden el desarrollo de varias especies vegetales siempreverdes y en cambio, favorecen el crecimiento de plantas arbustivas caducifolias. En el lugar de trabajo domina el ñirre con una altura media de 11,5 m un DAP promedio de 12,8 cm y mucha regularidad en los fustes. Acompañan al ñirre, *Discaria serratifolia* (chacay), *Embothrium coccineum* (notro), *Chusquea tenuiflora* y una gran cantidad de especies herbáceas. El clima de los ñadis es húmedo templado. Son lugares expuestos a heladas, pero con total ausencia de nevadas.

El lugar designado como "Paillaco", se ubica a unos 8 km de la ciudad homónima, por la carretera a Valdivia. Se trata de un valle transversal (Este-Oeste), ubicado entre dos cordones montañosos de la cordillera de la costa, que aquí avanza hacia la depresión intermedia. Su fondo está relleno con material de acarreo fluvial, lo que le da características semejantes a un ñadi. Además, un riachuelo asegura una permanente saturación y ocasionalmente, anegamiento del suelo. Por último, la situación del valle cerrado confiere al lugar características de "bolsón de frío" con amplitudes térmicas marcadas. Todas las situaciones descritas hacen de este lugar un biótoto extremo, donde domina el ñirre,

con aspecto arbóreo (6 m de altura y DAP promedio de 6,3 cm). Además, en el sotobosque abundan *Chusquea tenuiflora* y *Sphagnum magellanicum* que cubren totalmente el suelo, delgado, turboso y anegado. El clima del lugar es lluvioso y templado. Por encontrarse en la depresión intermedia son frecuentes las heladas, pero no se presentan nevadas.

El lugar denominado "Pantano Endesa" se encuentra en el Parque Nacional "Los Alerzales", en la cordillera de la costa de la provincia de Valdivia. Se trata de un matorral de ñirre ubicado en una depresión con dirección Este-Oeste. El suelo presenta condiciones de saturación de invierno, pero en verano suele ser seco. El pantano Endesa se encuentra a 680 m sobre el nivel del Pacífico y su clima es húmedo. En invierno suele haber una cubierta de nieve, durante dos o tres meses. Los ñirres presentan aspecto arbustivo y alcanzan 3 m de altura. En el estrato arbustivo inferior abundan *Chusquea nigricans* (quila enana) y *Baccharis magellanica*. El suelo está casi desprovisto de hierbas.

Endesa, que es otro lugar de muestreo, se ubica unos 500 m más hacia el poniente del lugar anterior. Allí la depresión se ensancha y la ladera norte pierde inclinación. En la depresión hay un mayor anegamiento, lo que trae como consecuencia la acumulación de material orgánico y la presencia de comunidades turbosas y pantanosas, propias de regiones más australes. En el lugar de muestreo los ñirres alcanzan una altura de 3,5 m y crecen junto a la quila enana. El suelo turboso y anegado está totalmente cubierto de *Sphagnum magellanicum* y *Tetroncium magellanicum* (Ramírez 1968).

El lugar "Pampas verdes" correspondió a un pantano turboso ubicado en una depresión con dirección Norte-Sur, situada a unos 5 km del Cerro Mirador, en dirección al balneario de Hueicolla. Este lugar

se encuentra en la Cordillera Pelada, pero fuera del Parque Nacional Los Alerzales. En la depresión y junto al arroyo crece un bosque de ñirre, con una altura media de 3,6 m.

En el inicio de la ladera occidental de la depresión descrita en el lugar anterior, las condiciones son un poco más favorables, por la influencia del arroyo que cruza la depresión. El ñirre alcanza un tamaño promedio de 1,8 m. Lo acompañan *Chusquea nigricans* y varios caméfitos pulviniformes que forman la cubierta de la turbera. El suelo turboso tiene una profundidad inferior a 1 m. El clima es húmedo, con vientos huracanados y una cubierta nival estacional.

Los dos últimos lugares de muestreo se ubicaron en la cumbre de la Cordillera Pelada, a 1.000 m de altitud, en el Parque Nacional "Los Alerzales", en la provincia de Valdivia. La turbera "El Refugio" es una turbera alta subantártica, que representa una avanzada septentrional de la llamada "Región turbosa magallánica", del extremo Sur del país. Estas turberas están formadas por caméfitos herbáceos pulviniformes, con ausencia de musgos. Ellas son turberas ombrogénicas y por esta razón, el nivel del agua del suelo, suele descender en verano, cuando escasean las lluvias. En estas comunidades, el ñirre alcanza unos pocos decímetros de altura y sólo crece en estado vegetativo. Las principales especies de la turbera son *Donatia fascicularis* y *Oreobolus obtusangulus*. La presencia de la insectívora *Drosera uniflora* (rocío de sol) señala carencia de nitrógeno mineral. El lugar se encuentra en una suave pendiente con exposición Sur-Este. El suelo está formado por una gruesa capa de turba ácida que descansa sobre "Piedra laja" (esquistos micáceos) no descompuesta. El clima de este lugar es inhóspito. Anualmente caen más de 3.000 mm de precipitación y en los meses de invierno se

presentan nevadas esporádicas. Importante es el viento que barre la cumbre de la cordillera, condicionando el aspecto de la vegetación (Ramírez 1968; Ramírez, Riveros 1975).

El lugar de muestreo "El Mirador" se ubica en la cumbre más alta de la Cordillera Pelada, en una colina azotada por el viento. Aquí el matorral de ñirre tiene un aspecto más bajo y abierto que en las otras parcelas. Los arbustos alcanzan una altura máxima de 3,2 m y son acompañados por *Drimys winteri*, *Philesia magellanica* (coicopihue), *Chusquea nigricans*, *Donatia fascicularis* y *Oreobolus obtusangulus*. El suelo, primitivo y arenoso, corresponde a piedra laja meteorizada. La materia orgánica presente se encuentra bajo los cojines aislados de los caméfilos pulviniformes del estrato herbáceo. El agua proviene únicamente de lluvia, que por aquí es casi permanente. El efecto del viento se nota por la forma achaparrada que toman los ñirres.

## METODOLOGIA

En cada lugar se determinó el área mínima de la comunidad (Ellenberg 1956). Luego se levantaron censos de vegetación en parcelas de 100 m<sup>2</sup> (valor superior al área mínima de las comunidades) según el método fitosociológico de Braun-Blanquet (1964). Se revisaron los estratos para anotar las especies presentes y la cobertura-densidad de cada una de ellas, mediante apreciación visual directa (Knapp 1984). Con los datos de presencia de especies en los censos se procedió a calcular la similitud florística entre los lugares, en base a los índices de Jaccard y de Sokal y Michener (Saiz 1980). En estas mismas parcelas se determinaron caracteres dasométricos en la población de ñirre y se tomaron muestras de ramas y de suelo, para análisis en el laboratorio.

En las parcelas demarcadas para los censos de vegetación se determinó la altura, el DAP de los fustes y el número de individuos mayores de 1 m de alto y de 2 cm de DAP, presentes en la parcela. También se hizo un cálculo de los individuos más pequeños. En un número variable (10 a 15) de los individuos mayores se contabilizaron las ramas de 2 cm de diámetro. De estas ramas se colectaron 20 muestras por parcela, de diferentes individuos, siempre a la misma altura (1 a 2,5 m) y con orientación Norte.

En las ramas de 2 cm de diámetro, que se trasladaron al laboratorio, se controló: número total de hojas por rama, cantidad de hojas en los últimos 50 cm, el largo de los entrenudos en los últimos 10 cm y la presencia de epífitos. A 100 hojas obtenidas de cada lugar de muestreo se les determinó el ángulo de inserción foliar (Barkman 1979). Parte del material colectado se prensó, para facilitar la determinación de los siguientes caracteres: largo y ancho de la hoja, largo del pecíolo y superficie foliar. La superficie se determinó mediante el método gravímetro (Steubing 1956). La consistencia se determinó al tacto, usando una escala arbitraria de 4 tramos y la pubescencia, en base a una tabla preparada previamente, comparando todos los grados en que variaba este carácter en las muestras. La observación de los tricomas en el envés de la hoja se hizo bajo la lupa. El peso seco promedio se determinó en 100 hojas por lugar, secándolas en estufa a 80°C por 3 días y luego 1 hora a 105°C.

Para calcular el número de hojas por individuo, se promedió el número de ramas de 2 cm de diámetro por árbol, contadas en el terreno y luego se multiplicó este valor por el promedio de hojas calculado para ramas de ese diámetro. El área basal para la parcela de muestreo se calculó sumando las áreas individuales de los árboles dominantes. Multiplicando estos valores

por 100, se obtuvo el área basal por hectárea.

Por último, y con los caracteres medidos se establecieron nuevos caracteres de relación: largo pecíolo/largo hoja, largo hoja/ancho hoja, superficie/peso foliar, superficie/hojas, largo entrenudos/superficie foliar. Además, se calculó el índice de superficie asimilante para cada población, relacionando la superficie foliar con el número de hojas por árbol y la densidad de estos. Los resultados se expresan en m<sup>2</sup> de superficie foliar asimilante por m<sup>2</sup> de suelo (Geyger 1977).

En cada uno de los 11 lugares de muestreo se obtuvieron muestras de suelo de 3 profundidades (5 a 10, 10 a 15 y 15 a 20 cm) empleando cilindros metálicos de 100 cm<sup>3</sup>. También se tomó una muestra de suelo entre 0 y 30 cm de profundidad. Se hizo una caracterización del perfil para cada lugar con un bastón pedológico. Después de determinar el contenido de humedad en las muestras, el suelo se secó al aire para tratamientos posteriores. El pH se determinó al agua, con dos repeticiones, usando una relación suelo/solución de 1:2,5 con potenciómetro (Schlichting, Blume 1966). El carbono total se determinó colorimétricamente mediante oxidación húmeda con dicromato de potasio y ácido sulfúrico (Riehm, Ulrich 1954). La densidad aparente se obtuvo secando previamente la muestra en el cilindro, durante 48 horas a 105°C.

Para la comparación de las 11 poblaciones de *Nothofagus antarctica* se seleccionaron 15 caracteres morfológicos, 5 de relaciones morfológicas, 5 dasométricos poblacionales y 7 edáficos (Cuadro 1). Los valores promedios de estos 32 caracteres, así como también la composición florística de los diferentes rodales, se sometieron a análisis estadísticos multivariados de conglomerado y de factor. El análisis de conglomerados (cluster analysis) agrupa

Cuadro 1: Caracteres morfológicos y poblacionales de *Nothofagus antarctica* y edáficos de los biótopos usados en el análisis de factor.

*Morphological and population features of Nothofagus antarcticae and edaphic features of the stands used in the factorial analysis.*

A.	<u>Morfológicos</u>
	Pubescencia
	Consistencia
	Dientes en 0,5 cm de borde
	Nervaduras secundarias
	Angulo de inserción foliar
	Ramificaciones últimos 50 cm
	Hojas últimos 50 cm
	Hojas por individuo
	Largo hojas
	Ancho hojas
	Largo pecíolo
	Superficie foliar
	Largo pecíolo/largo hoja
	Largo hoja/ancho hoja
	Superficie/peso foliar
	Superficie foliar/hojas por individuo
	Largo entrenudos últimos 10 cm
	Largo entrenudos/superficie foliar
B.	<u>Poblacionales</u>
	Arboles por hectárea (> 1 m)
	Arboles por hectárea (< 1 m)
	Area basal por hectárea
	Altura
	Diámetro altura de pecho (DAP)
C.	<u>Edáficos</u>
	PH
	Contenido de humedad
	Densidad aparente 1
	Densidad aparente 2
	Densidad aparente 3
	Carbono total
	Materia orgánica
	Relación carbono/nitrógeno

los casos (rodales) o las variables (caracteres) según su distancia o similitud, calculada en este caso, en base al valor absoluto de la correlación. En el análisis de conglomerados para variables se

ocupó el método del salto mínimo (single linkage) y para los casos, el promedio de similaridad (average linkage), cuyos resultados se analizan a través de un gráfico llamado dendrograma (Orloci 1972, 1976). Se aplicó además, el análisis de factor para visualizar el comportamiento de la población con respecto a los nuevos factores determinados. El método para calcular estos factores fue de iteración a través de los componentes principales (Anderson 1974; Morrison 1976). Con este método se analizaron los datos morfológicos, poblacionales y edáficos, juntos y por separado.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El promedio de árboles por hectárea en todos los lugares estudiados fue de 1.600 individuos (Cuadro 2). El mayor número se presentó en el lugar Puyehue. Le siguen Pantano Endesa y Antillanca. Los valores de densidad más bajos se encontraron en las dos turberas, demostrando así la reducida vitalidad de la especie en ellas. La falta de individuos de tamaño pequeño (menos de 2 cm DAP) en Conguillío, Los Mallines, Puyehue y Paillaco, confirma la escasa capacidad de regeneración de la especie, aún en biótopos que pueden considerarse óptimos. La presencia de ellos en las dos turberas, no indica una activa regeneración; muy por el contrario, insinúa condiciones desfavorables para la especie. El promedio de estos individuos pequeños fue de 3.154 arbustos/hectárea. La altura de los individuos varió entre 1,8 m y 11,5 m con un promedio de 4,7 m. Las mayores alturas se midieron en Puyehue y Conguillío y las menores en las turberas. Lo mismo se observó en los diámetros. El DAP promedio fue de 6,5 cm.

El número promedio de ramificaciones en los últimos 50 cm de las ramas fue de 13,7. Destacan las poblaciones de altura de Antillanca, Conguillío y Pantano Ende-

sa, que presentan los mayores valores de ramificación, 21,1 y 18,0, respectivamente. Por el contrario, los individuos menos ramificados resultaron ser los de las poblaciones del Valle Central, Paillaco y Puyehue. Valores intermedios presentaron las poblaciones de turbera.

La cantidad de hojas en estas ramas fue muy variable. El valor más alto se encontró en Paillaco con 1.965 hojas y el más

bajo en la turbera Pampas Verdes con 233 (promedio 606,6). Estos valores se corresponden con el número total de hojas por individuo, cuyo promedio fue de 61.756 hojas. Los valores de Puyehue y Paillaco lo superan ampliamente: 253.252 y 199.215 hojas por árbol. Los valores más bajos se presentaron en las turberas, con cifras bajo 2.500 hojas por individuo.

Cuadro 2: Promedios dasométricos de *Nothofagus antarctica* en los lugares de muestreo, *Dasometric average values of Nothofagus antarctica in the samples places*

Lugar	Arboles/ hectárea (> 1 m)	Arboles/ hectárea (< 1 m)	Area basal (m <sup>2</sup> /ha)	Altura promedio (m)	DAP promedio (cm)	Ramifica- nes últimos 50 cm	Hojas últimos 50 cm	Hojas por árbol
Antillanos	2200	100	3,60	2,67	4,36	21	504	18253
Conguillío	1 100	0	36,36	11,00	15,39	18	509	97633
Los Mallines	1900	0	7,51	3,47	5,32	11	606	36734
Puyehue	3100	0	44,17	11,50	12,77	11	465	253252
Paillaco	2100	0	7,75	5,98	6,28	11	1965	199215
Pantano Endesa	2200	5800	2,17	2,88	3,34	18	576	19952
Endosa	2100	2300	2,91	3,43	3,62	10	364	17111
Pampas Verdes	1200	8000	7,80	3,58	7,83	11	550	20761
Turbera Pampas Verdes	500	8800	0,28	1,80	2,60	15	233	2047
Turbera Refugio	400	8000	0,39	2,63	3,50	15	457	2316
Mirador	900	1700	3,60	3,13	6,88	10	444	11692
Promedio	1600	3154,54	10,59	4,73	6,54	13,72	606,64	61756

El largo de la hoja presentó un promedio de 17,3 mm, con poca variación, ya que el valor más alto se midió en Conguillío (23,7 mm) y el más bajo (12,4 mm), en Paillaco (Cuadro 3). Aún más restringida fue la variación en el ancho, donde el promedio alcanzó a 12,5 mm, con un valor máximo de 19,5 y uno mínimo de 9,4 mm. El largo del pecíolo tuvo también escasa variación, con un promedio de 4,1 mm. En este caso, el valor más bajo lo presentó Paillaco con 2,1 y el más alto Conguillío con 7,1 mm. El número de dientes en el borde osciló muy poco (Cuadro 3). El ángulo de inserción foliar, que es un carácter muy variable de acuerdo a la edad de la planta y a las condiciones ecológicas del lugar de vida, tu-

vo valores promedio de 28°, con un máximo de 43° en Los Mallines y un mínimo de 13°, en Pampas Verdes. El número de nervios laterales varió muy poco, siendo el promedio 7 nervios. El largo de los entrenudos presentó un valor promedio de 8,5 mm con valores altos en Conguillío (11,1 mm) y el Mirador (10,4 mm). Los valores más bajos, que significan una mayor aglomeración de las hojas, se encontraron en Paillaco y Pampas Verdes (6,8 y 6,5 mm, respectivamente). La superficie foliar promedio varió entre 2.0 y 7,5 cm<sup>2</sup> medidos en Paillaco y Conguillío, respectivamente. Llama la atención el pequeño tamaño foliar de los individuos de la localidad de Paillaco, el que se compensa con un elevado número de hojas. Los



Cuadro 3: Promedios morfométricos de *Nothofagus antarctica* en los diferentes lugares de muestreo (n = 100).

*Morphometric average values of Nothofagus antarctica in the different samples places (n = 100).*

Lugar	Largo hoja (mm)	Ancho hoja (mm)	Largo pecíolo (mm)	Dientes 0,5 cm borde	Angulo inserción foliar	Nervios laterales	Largo entrenudo (cm)	Superficie foliar (cm)	Hojas en 1 g peso	índice superficie asimilante
Antillanca	19,40	11,90	4,78	8	37	10	0,85	3,84	53,46	1,54
Conguillío	23,76	19,58	7,14	8	31	9	1,11	7,53	39,54	8,09
Los Mallines	17,32	12,31	4,19	9	43	8	0,80	3,22	63,65	2,25
Puyehue	18,73	15,23	3,28	6	40	6	0,90	4,56	69,12	35,80
Paillaco	12,42	9,41	2,17	8	38	6	0,68	2,08	116,07	8,70
Pantano Endesa	16,88	11,31	4,43	7	17	7	0,83	4,40	65,76	1,93
Endesa	16,60	13,44	4,45	6	18	6	0,74	4,14	46,82	1,48
Pampas Verdes	17,47	11,63	3,93	7	13	6	0,65	4,20	55,82	1,05
Turbera Pampas Verdes	15,52	10,88	3,48	7	27	6	0,96	2,38	59,25	0,03
Turbera Refugio	15,98	11,84	4,59	7	28	6	0,90	2,18	65,66	0,02
Mirador	17,13	10,05	3,55	7	19	6	1,04	2,60	65,66	0,24
Promedio	17,38	12,50	4,18	7,27	28,27	6,91	0,85	3,74	63,71	5,55

valores de superficie foliar de los ñirres de los lugares turbosos son muy semejantes a Paillaco. La proveniencia de Conguillío, con su gran superficie foliar se asemeja mucho al roble (*Nothofagus obliqua*).

La Fig. 2 muestra los tipos de curvas especies/áreas encontrados en las comunidades de ñirre estudiadas. El primero lo forman los lugares Pantano Endesa, Endesa, Conguillío, Antillanca, Los Mallines, Turbera Refugio y Turbera Pampas Verdes, con un área mínima inferior a 10 m<sup>2</sup>, y que se caracterizan por presentar un bajo número de especies. Un área un poco mayor, con una curva más extendida, mostraron el Mirador y Pampas Verdes. Por último, existe un grupo con un área mínima mayor de 40 m<sup>2</sup>, constituido por Paillaco y Puyehue. Sus curvas indican la presencia de una mayor cantidad de especies vegetales, especialmente en los estratos inferiores.

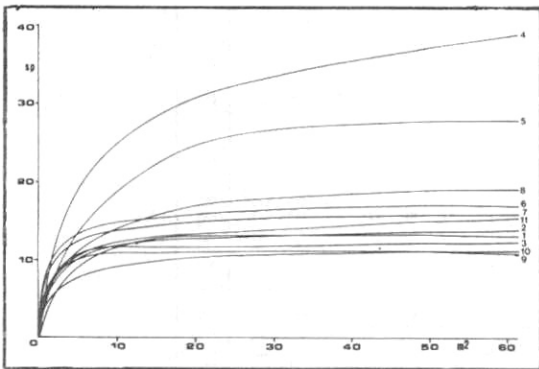


Fig. 2: Curvas especies/área de las comunidades vegetales de muestreo. Clave de los números en la Fig. 1.

*Species/area curves of the plant communities of the samples places. Number key in the Fig. 1.*

El análisis de conglomerados de los censos de vegetación (Cuadro 4), utilizando el promedio de similaridad separa tres grupos (Fig. 3). El primero lo forman Antillanca, Conguillío y Puyehue, en los cuales se presenta sequía estival, aunque en el ñadi de Puyehue, el suelo es más orgánico.

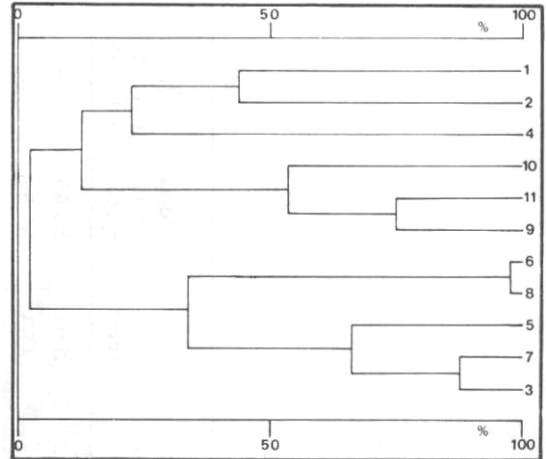


Fig. 3: Dendrograma de similitud florística entre los lugares de muestreo.

*Dendrogram of the floristic similarity among the samples places.*

El grupo está unido con una similitud inferior al 50%, pero corroborando las condiciones edáficas, hay una mayor afinidad entre Antillanca y Conguillío. El segundo grupo lo integran las turberas del Refugio y Pampas Verdes con el Mirador, presentando entre sí una mayor similitud que el grupo anterior. El Mirador con la turbera Pampas Verdes tienen una gran afinidad florística, mientras que ellos sólo se unen con un 50% de similitud con la turbera El Refugio. El tercer grupo está formado por los restantes 5 lugares de muestreo: Pantano Endesa y Pampas Verdes, Paillaco, Endesa y Los Mallines. La mayor similitud (cerca de 100%) la presentaron los dos primeros. Algo menor es la semejanza entre Endesa y Los Mallines, a los cuales se une Paillaco. Estos tres últimos lugares con los dos primeros se unen a su vez a una distancia menor que 50% de similitud.

Este dendrograma reunió en el primer grupo los lugares de la cordillera de Los Andes y el ñadi, que queda en su base. El segundo grupo lo formaron lugares de la cordillera de la Costa. Sin embargo, el tercer grupo mezcló comunidades de la de-

Cuadro 4. Estructura fitosociológica de las comunidades vegetales presentes en los lugares de muestreo, según la escala de Braun-Blanquet (1964). Los lugares se indican en la Fig. 1.

*Phytosociological structure of the plant communities in the samples places, according to the Braun-Blanquet (1964) scale. The samples places were indicated in the Fig. 1.*

Lugares de muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nothofagus antarctica	5	4	3	4	5	3	4	3	+	+	2
Myrteola barneoudii	•	•	+	•	•	+	+	+	r	+	+
Pernettya pumila	•	•	•	•	+	•	•	+	+	+	+
Chusquea nigricans	•	•	•	•	•	4	1	5	2	•	2
Sphagnum magellanicum	•	•	4	•	4	1	3	+	•	•	•
Baccharis magellanica	•	•	•	•	•	2	2	2	r	•	2
Blechnum penna-marina	•	•	+	•	1	+	+	+	•	•	•
Chusquea uliginosa	•	+	1	+	4	•	•	•	•	•	•
Astelia pumila	•	•	•	•	•	•	•	1	4	r	+
Oreobolus obtusangulus	•	•	•	•	•	•	•	+	+	2	+
Drimys winteri	•	•	•	+	+	•	•	•	•	•	+
Scirpus inundatus	•	•	•	+	+	+	+	•	•	•	•
Senecio acanthifolius	•	•	+	•	•	•	•	+	r	•	+
Embothrium coccineum	•	•	•	2	+	•	•	•	•	•	+
Carex magellanica	•	•	2	•	•	1	•	+	•	•	•
Juncus procerus	•	•	•	•	1	1	1	•	•	•	•
Carex fuscula	•	•	•	•	1	•	1	+	•	•	•
Berberis buxifolia	•	+	•	+	•	•	•	+	•	•	•
Juncus planifolius	•	•	•	•	+	•	+	•	•	•	+
Hypochoeris tenuifolia	•	•	•	•	•	+	•	+	•	•	+
Pügerodendron uviferum	•	•	+	•	•	•	•	+	+	•	•
Pernettya mucronata	•	•	•	•	+	+	+	•	•	•	•
Usnea magellanica	•	•	•	•	+	+	+	•	•	•	•
Usnea pusilla	•	•	•	•	+	+	+	•	•	•	•
Donatia fascicularis	•	•	•	•	•	•	•	•	•	4	+
Marsippospermum philippii	•	•	•	•	•	•	•	+	1	•	•
Acaena ovalifolia	•	+	•	+	•	•	•	•	•	•	•
Acaena pinnatifida	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Berberis darwinii	•	•	•	+	•	•	•	•	•	•	•
Berberis serrato-dentata	•	•	•	•	•	•	•	+	•	•	+
Carex xhilenis	•	•	+	•	•	+	•	•	•	•	•
Cladonia fallax	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+
Cladonia picnoclada	•	•	•	•	•	+	+	•	•	•	•
Codonorchis lessonii	•	+	•	+	•	•	•	•	•	•	•
Cyperus eragrostis	•	•	•	•	+	+	•	•	•	•	•
Fragaria chilensis	•	+	•	+	•	•	•	•	•	•	•
Osmorhiza chilensis	•	+	•	+	•	•	•	•	•	•	•
Pernettya minima	+	•	•	•	+	•	•	•	•	•	•
Relbunium hipocarpium	•	+	•	+	•	•	•	•	•	•	•
Stellaria cuspidata	•	+	•	+	•	•	•	•	•	•	•
Tapeinia magellanica	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+
Usnea sp.	•	+	•	•	•	•	+	•	•	•	•
Gunnera magellanica	+	•	r	•	•	•	•	•	•	•	•
Lycopodium magellanicum	•	•	•	•	•	•	•	+	•	•	r
Empetrum rubrum	4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ribes cucullatum	•	4	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Discaria serratifolia	•	•	•	2	•	•	•	•	•	•	•
Escallonia virgata	•	•	2	•	•	•	•	•	•	•	•
Pernettya poeppigii	•	2	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Schoenus rhynchosporoides	•	•	•	•	2	•	•	•	•	•	•
Carex acutata	•	•	•	•	1	•	•	•	•	•	•
Dioscorea helicifolia	•	1	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Gaimardia australis	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	•
Holcus lanatus	•	•	•	1	•	•	•	•	•	•	•
Lomatia hirsuta	•	•	•	1	•	•	•	•	•	•	•
Maytenus disticha	1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Myrceugenia gayana	•	•	•	•	1	•	•	•	•	•	•
Myoschilos oblonga	•	•	•	1	•	•	•	•	•	•	•
Mutisia retusa	•	1	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Solanum valdiviense	•	•	•	1	•	•	•	•	•	•	•

Además en Inv. 1 : Berberis linearifolia, B. montana, Drimys winteri y var. andina, Hierochloa utriculata, Lycopodium confertum y Poa vulcanica; en Inv. 2: Hypochoeris sp., Lathyrus subandinus, Myzodendron punctulatum y Poa lanuginosa; en Inv. 3: Juncus lesseuri; en Inv. 4: Agrostis tenuis, Aristotelia chilensis, Asplenium dareoides, Cirsium lanceolatum, Chusquea coleu, C. quila, Cardamine calbucana, Dicranoloma billardierii, Hypochoeris radicata, Leontodon nudicaulis, Leptostigma arnottianum, Libertia ixioides, Lolium perenne, Lotus uliginosus, Maytenus boaria, Ovidia pillo-pillo, Oxalis corniculata, Pernettya angustifolia, Prunella vulgaris, Ranunculus repens, Ribes punctatum, Rosa eglanteria, Rubus constrictus, Rigodium implexum, Escallonia leucantha y Uncinia phleoides; en Inv. 5: Aster vahlii, Blechnum chilense, Centella triflora, Gaultheria phyllareifolia, Heleocharis pachyarpa, Temu divaricatum, Baccharis sagittalis, Myrceugenia apiculata, Myrceugenia exsucca, Myrceugenia parvifolia; en Inv. 6: Nertera granadensis; en Inv. 7: Cora pavonia y Juncus stipulatus; en Inv. 8: Hymenophyllum tumbridgensis y Perezia palustris; en Inv. 10: Drosera uniflora y Gentiana lactea; en Inv. 11: Desfontainea spinosa, Fitzroya cupressoides y Phylesia magellanica.

Los números indican grados de cobertura—densidad. += varios individuos con cobertura inferior al 1°/o. r = 1 o 2 individuos con muy baja cobertura. El punto indica ausencia.

presión intermedia y de ambas cordilleras, de lo cual se desprende que la similitud florística entre los lugares no depende de la ubicación topográfica de ellos, sino que de condiciones microclimáticas a edáficas. Interesante en este sentido resultan las características turbosas ombrogénicas de los lugares reunidos en el segundo grupo y las características de sequía del suelo del primero. Por último, hay que destacar la gran similitud florística entre Endesa y Los Mallines, lugares muy distanciados entre sí, pero con características edáficas de turberas topogénicas, muy similares.

La semejanza florística entre los censos se analizó también usando dos coeficientes de similitud. El índice de Jaccard entregó baja afinidad, ya que con excepción del par Pantano Endesa - Endesa, todos los valores se encuentran bajo el 50% (Fig. 4-A). Los censos de Antillanca y Puyehue aparecen como los más diferentes al resto. Como el índice de Jaccard sólo considera las especies en común y las propias del lugar, también se aplicó el índice de Sokal y Michener, que da importancia a las ausencias comunes. En este último caso, y con muy pocas excepciones, casi todos los valores están ahora por sobre el 50% (Fig. 4-B). Esto demuestra que en cada censo hay una gran cantidad de especies exclusivas y que prácticamente, lo único semejante es la dominancia del ñirre.

Con los análisis de similitud se refuerza la idea de que el ñirre coloniza biótopos extremos, en los cuales no pueden prosperar otras especies leñosas. Como estos biótopos son diferentes entre sí, cada uno representa una comunidad vegetal propia, a las cuales se adaptan probables ecotipos del ñirre. Todas las comunidades estudiadas son relativamente abiertas, además, como la especie dominante es caducifolia, penetra luz al interior. Esto permite la presencia de abundantes epífitos, especial-

mente líquenes que colonizan las ramas del ñirre. Epífitos vasculares son escasos y sólo se encontraron algunos helechos que habitan la base del tronco de la especie dominante.

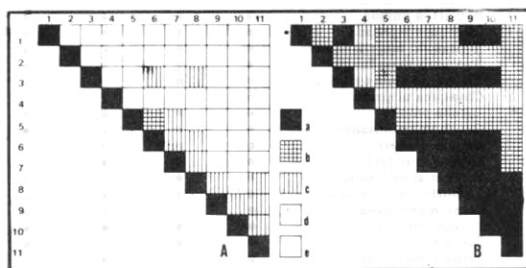


Fig. 4: Similitud florística según coeficiente de Jaccard (A) y de Sokal y Michener (B), entre los lugares de muestreo. a = 80 a 100, b = 60 a 79, c = 40 a 59, d = 20 a 39 y e = 0 a 19% de similitud.

*Floristic similarity after Jaccard (A) and Sokal and Michener (B) coefficients between the samples places. a = 80 to 100, b = 60 to 79, c = 40 to 59, d = 20 to 39 and e = 0 to 19 percentage of similarity.*

Las condiciones extremas de los lugares investigados se reflejan en el alto porcentaje de caméfitos (Cuadro 5). Los fanerófitos son más escasos, lo que confirma el hecho que el ñirre coloniza aquellos lugares no aptos para el crecimiento de otras especies leñosas. Sin embargo, los lugares Paillaco y Puyehue, ubicados en la depresión, intermedia, presentan un mayor número de fanerófitos, demostrando con ello condiciones más benignas. En cambio, Conguillío, que tiene ñirres arborescentes, presenta un reducido número de fanerófitos, lo que confirma su condición de bolsón de frío. Por último, se observa un predominio de los caméfitos en los lugares turbosos de altura.

En general, en todos los suelos se presenta un enraizamiento fino, de leve a denso y en forma regular. Antillanca tiene un suelo con arena gruesa distribuida en todo el perfil y Conguillío, un suelo volcánico con dos depositaciones de lava y

Cuadro 5. Espectro biológico de las comunidades vegetales presentes en los lugares de muestreo.

*Biological spectrum of the plant communities of the samples places.*

Lugares	Fanerófitos	Hemicriptófitos	Caméfitos	Criptófitos	Terófitos
Antillanca	25,00	41,66	33,33	0	0
Conguillío	33,33	38,38	22,22	5,55	0
Los Mallines	36,36	54,54	9,09	0	0
Puyehue	47,62	38,09	7,14	4,76	2,38
Paillaco	46,15	46,15	7,70	0	0
Pantano Endesa	28,57	57,14	14,28	0	0
Endesa	36,36	54,54	9,09	0	0
Pampas Verdes	36,84	42,10	21,05	0	0
Turbera Pampas Verdes	18,18	27,27	54,54	0	0
Turbera Refugio	10,00	10,00	70,00	0	10,00
Mirador	50,00	20,00	30,00	0	0

mucho esqueleto duro. Puyehue, tiene un suelo de ñadi, con una capa cementada, impermeable a los 80 cm, Paillaco y Pantano Endesa, suelo pantanoso con restos de madera y carbón en el perfil. El suelo de Endesa tiene aspecto coluvial bajo los 50 cm de profundidad. Pampas Verdes posee un suelo con esqueleto y mucha arena gruesa y El Mirador, un suelo de perfil muy compactado. En la turbera El Refugio y en Los Mallines no fue posible trabajar con bastón pedológico, por la gran cantidad de materia orgánica en descomposición. El suelo de Los Mallines tiene características de turbera baja topogénica, es decir, recibe agua del suelo principalmente. En El Refugio la turba es más compacta y ácida. El pH promedio es extremadamente ácido y el contenido de agua, alto, lo que generaliza un estado de anegamiento. El contenido de materia orgánica tiene un promedio de casi 50%, lo que clasifica a los 11 lugares en suelos turbosos. Sin embargo, algunos de ellos se alejan considerablemente de la media (Cuadro 6).

En la Fig. 5 tenemos ordenados los lugares de muestreo de acuerdo a sus características edáficas según el análisis del fac-

tor. Al parecer en ellos a medida que se alejan del centro donde se ubican, Mirador, Antillanca, Conguillío y Endesa con suelos primitivos, arenosos y pedregosos, aumenta el contenido de materia orgánica. Les siguen alejándose un poco más, los tres lugares con suelos anegados, por lo menos en invierno: Los Mallines, Paillaco y Puyehue. Pantano Endesa y Pampas Verdes muestran mayores condiciones turbosas. Por último, y en el lugar más alejado del centro, aparecen las dos turberas, casi sin suelo mineral. Todos los suelos muestran entonces condiciones extremas de falta o exceso de materia orgánica y agua.

Como del análisis de conglomerados, aplicado a la composición florística de los diferentes lugares, se obtuvo una agrupación atribuible en gran medida, a condiciones edáficas, se trató de determinar patrones de variación fenotípica del ñirre uniendo caracteres morfológicos y poblacionales de este árbol con los del suelo de cada lugar. De esta manera se obtuvieron 32 caracteres que se sometieron al análisis de conglomerados. Se formaron 5 grupos claramente diferenciados (Fig. 6), que

Cuadro 6. Materia orgánica y pH de los suelos en los lugares de muestreo.

*Organic matter and pH of the samples soils.*

Lugar	pH	Materia orgánica (%)
Antillanca	5,25	9,46
Conguillío	5,79	16,22
Los Mallines	5,14	35,28
Puyehue	4,58	52,94
Paillaco	4,54	41,34
Pantano Endesa	4,37	72,36
Endesa	2,30	23,88
Pampas Verdes	4,27	65,52
Turbera Pampas Verdes	3,62	87,92
Turbera Refugio	2,41	89,62
Mirador	2,44	9,22
Promedio	4.064	46,663
Desviación típica	1,218	29,973

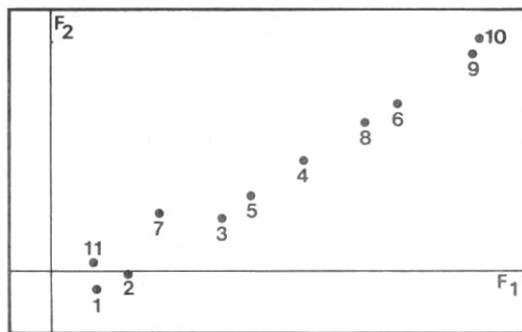


Fig. 5: Ordenamiento de los suelos de los lugares de muestreo en los dos primeros ejes del análisis de factor. Clave de los números en la Fig. 1.

*Ordination of the samples places soils in the two first axes of factorial analysis. Number key in the Fig. 1.*

podrían asimilarse, previa confirmación, a variantes ecotípicas del ñirre. El primer grupo unido con una alta similitud lo integran individuos de las turberas El Refugio y Pampas Verdes, que se caracterizan por tener un tamaño reducido, una forma de

vida camefítica, carecer de reproducción sexual y presentar sus ramas mayores secas. Este morfotipo de condiciones extremas separa un grupo inferior que representa condiciones óptimas y tres superiores, con características intermedias. El ñirre de condiciones óptimas se presentó en los lugares Paillaco y Conguillío unidos entre sí por alta similitud y con Puyehue en un 50%. La característica de estos ñirres es la de presentar grandes tamaños, tronco recto y único, bien ramificado y presencia de regeneración por semillas. Los lugares donde crecen presentan influencia de agua edáfica y amplitudes térmicas, diarias y estacionales, moderadas. Las temperaturas medias anuales son mayores que en otros lugares, ya que dos se encuentran en la depresión intermedia y uno en los Andes Valdivianos, del Norte.

Los tres últimos morfotipos presentan una posición intermedia, con tamaños arbustivos, troncos retorcidos, a veces tendidos, ramificados desde el suelo, con algunas ramas secas y aunque ocasionalmente presentan semillas, la reproducción sexual es escasa. Los suelos donde crecen pueden ser algo turbosos (topogénicos) o bien primitivos pedregosos. Los lugares donde prosperan son de clima riguroso, con precipitación nival y viento, o bien con características edáficas de bolsón de frío. Aunque los tres podrían reunirse en un solo morfotipo, el análisis los agrupó de la siguiente manera: Con alta similitud a los ejemplares de Endesa y Mirador, los cuales son de lugares secos, pedregosos y morfológicamente presentan parecido con el morfotipo de condiciones óptimas. Luego se unen Pampas Verdes con Pantano Endesa, que son más retorcidos y prosperan en lugares turbosos. El último conglomerado lo forman los ñirres de Los Mallines y Antillanca, con troncos retorcidos, achaparrados y que prosperan en lugares de clima riguroso en los Andes, donde sufren la influencia mecánica de la nieve.

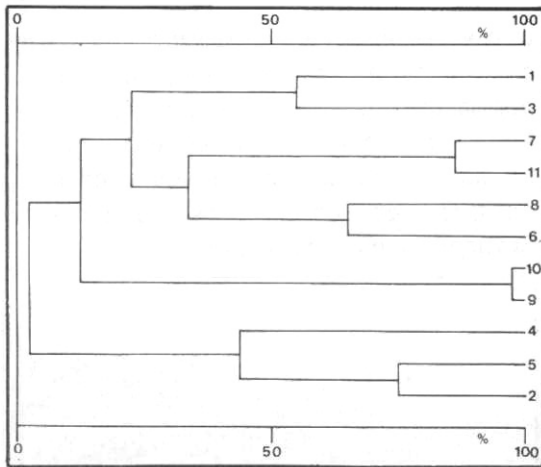


Fig. 6: Dendrograma de similitud morfológica y poblacional de *Nothofagus antarctica* y edáfica de los lugares de muestreo.

*Dendrogram of the morphological and population of Nothofagus antarctica and edaphic similarity of the samples places.*

Resumiendo lo anterior, el análisis de conglomerados permitió diferenciar tres grupos básicos en el ñirre: uno arbóreo, otro arbustivo camefítico y un tercero como arbusto achaparrado, con algunas variaciones menores (Fig. 7). El índice de superficie asimilante del morfotipo turboso es bajo y el del arbóreo óptimo, alto. Los del tipo achaparrado ocupan una posición intermedia, pero más bien con valores bajos. Llama la atención el alto valor calculado para la población de Puyehue. Por otro lado, en el grupo achaparrado se desvía un poco el valor de la estación Mirador. Estos valores están en completa concordancia con las características que se le asignan a cada morfotipo.

Para confirmar la separación morfológica, poblacional y edáfica de los grupos

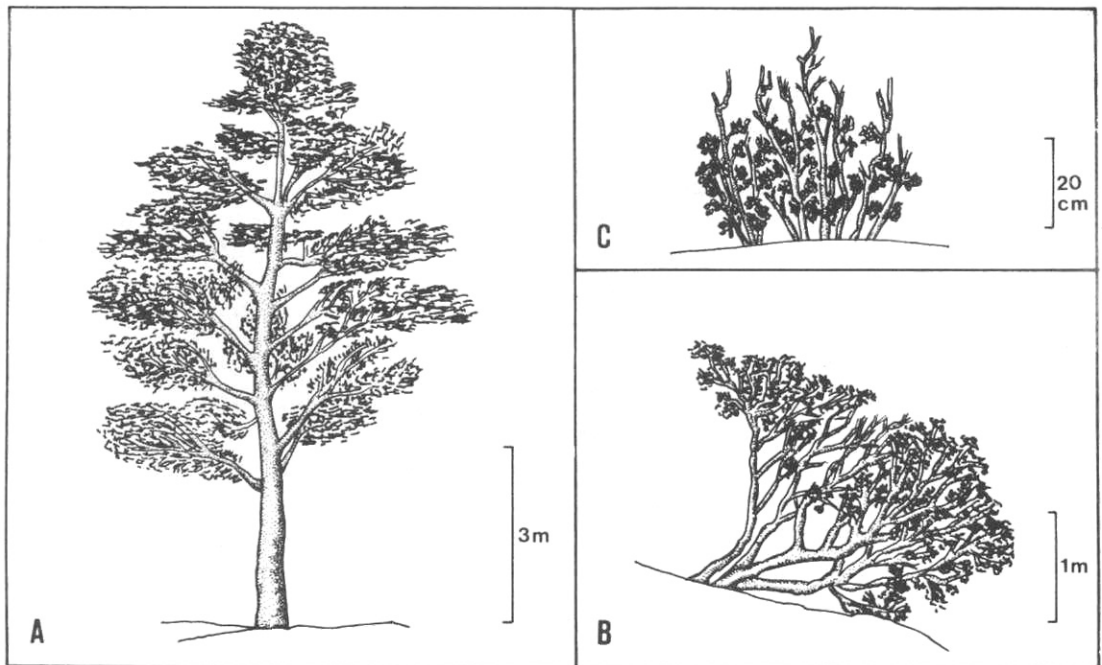


Fig. 7: Representación esquemática del cuerpo vegetativo aéreo de los tres tipos morfológicos encontrados para *Nothofagus antarctica*. A = morfotipo arbóreo, B = morfotipo arbustivo achaparrado, C = morfotipo camefítico de turbera.

*Diagramm of the vegetative aerial body of the three morphological types established for Nothofagus antarctica. A = arboreal morphotype, B = shrubby dwarf morphotype, C = chamaephytic morphotype of bog-lands.*

descritos, se aplicó el análisis de factor (Fig. 8). Al considerar los dos primeros ejes, el grupo arbóreo de Conguillío, Puyehue y Paillaco se separa claramente de los otros. El morfotipo de turbera se separa de la misma forma. Pero en el conglomerado intermedio encontramos dos grupos: por un lado las proveniencias de Endesa y Antillanca, apartadas de la intersección de los ejes y por el otro, las del Mirador, Los Mallines, Pantano Endesa y Pampas Verdes, muy cerca del centro. Al considerar el tercer eje se mantiene el morfotipo arbóreo con los tres lugares de Conguillío, Paillaco y Puyehue, aunque el último lugar se desplaza un poco en dirección opuesta. El grupo de turbera se separa aún más claramente al considerar este eje. Por último, el morfotipo achaparrado intermedio se separa en dos grupos: el primero formado por Endesa y Antillanca a los cuales se agregó el Mirador, todos desplazados en sentido negativo. El segundo grupo se movió hacia el lado positivo y lo forman Los Mallines, Pantano Endesa y Pampas Verdes. Al parecer el primero representa poblaciones de lugares secos y pedregosos, mientras que el segundo tiene características turbosas y condiciones de anegamiento.

En estos gráficos de análisis factorial, los cuadrantes diagonalmente opuestos, representan condiciones totalmente opuestas. Así por ejemplo, como grupos muy opuestos se presentan los lugares Conguillío y Mirador, así como también Antillanca y Endesa en contraposición a Puyehue y Paillaco. Con respecto al tercer eje se contraponen totalmente, los conglomerados turbosos a los de Endesa, Antillanca y Mirador. Al analizar los ejes con respecto a la posición de los distintos lugares de muestreo, es posible relacionar el eje  $F_1$  con una variación térmica y el eje  $F_2$  con una gradiente de humedad. Al parecer el tercer eje ( $F_3$ ) separa los lugares de mues-

treo y por ende, los morfotipos, de acuerdo a la naturaleza del suelo, en especial, por la cantidad de materia orgánica presente, desplazando hacia el lado negativo los suelos rocosos, primitivos y hacia el positivo, aquellos turbosos y con mayor cantidad de materia orgánica.

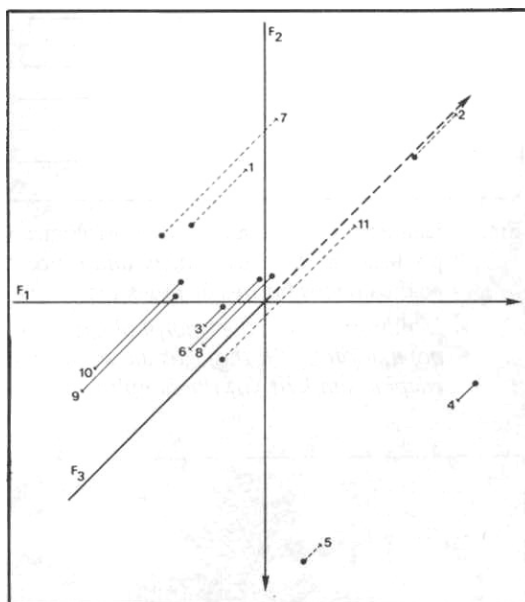


Fig. 8: Distribución de las poblaciones de *Nothofagus antarctica* investigadas en los dos (puntos negros) y tres (números indicados por flechas) primeros ejes del análisis de factor.

*Distribution of the Nothofagus antarctica investigated population in the first two (dark points) and first three (numbers indicated by arrows) axes of the factorial analysis.*

El ñirre es una especie con muy baja capacidad de competencia, por lo cual es relegado a biótotos extremos con condiciones rigurosas, donde otras especies arbóreas no pueden crecer. No se trata de que al ñirre "le guste" vivir en esas condiciones, lo que sucede es que no puede vivir en sitios mejores, porque de allí lo desplazan especies más agresivas. Esto se confirma con el hecho de que *Nothofagus antarctica* es cultivado con éxito en condiciones más favorables. Que el ñirre no está completamente "a gusto" en estos bióto-



pos extremos, lo demuestra la pérdida de la vitalidad y de la capacidad de reproducción sexual de las poblaciones (Kalela 1941). Esto se compensa con la regeneración vegetativa que es bastante frecuente en esta especie (Mc Queen 1976, 1977).

Muchos autores mencionan la gran plasticidad del ñirre que le permite adaptarse a biótotos extremos muy diferentes. Esta amplitud ecológica permitiría la presencia de morfotipos distintos en diferentes condiciones. Con este trabajo se establecen por lo menos, tres grupos poblacionales de *Nothofagus antarctica*, adaptados a diferentes condiciones extremas. Se diferenció un morfotipo arbóreo óptimo, otro arbustivo achaparrado (Krummholz) y un tercero enano, camefítico de turbera. De hecho se han descrito variedades de ñirre, las que en parte, coinciden con los morfotipos aquí descritos. La var. *sublohata* DC. corresponde al ñirre de los Andes del norte de la región Valdiviana, que cohabita con *Araucaria araucana* (Montaldo 1974) o que forma matorrales impenetrables, como los descritos por Ramírez (1978). El grupo de Conguillío, que se ha reunido con las proveniencias de Puyehue y Paillaco, para formar el morfotipo arbóreo óptimo, coincidiría con la var. *uliginosa* Phil. La var. *montagnei* Hombr. et Jacq. podría asimilarse al morfotipo arbustivo intermedio, descrito en este trabajo.

En los estudios ecofisiológicos, el ñirre

se toma como especie, sin diferenciar el comportamiento de las poblaciones. Así por ejemplo, Weinberger (1973) los describe como el más continental y xerotermino de los *Nothofagus*, cuyo único factor ambiental en común, es la frecuencia de heladas. Eskuche (1973) lo presenta como especie heliófila que soporta frío, viento y humedad excesiva. Kubitzki (1964) estudia los valores osmóticos de la especie en su morfotipo achaparrado y atribuye a una mayor protección contra la transpiración, su presencia en la estepa patagónica (Heusser 1966). Mc Queen (1976) supone la presencia de ecotipos, cuando el ñirre coloniza lugares tan diferentes como regiones semiáridas de la estepa patagónica, suelos turbosos hidromórficos, matorral andino y bolsones de frío y asegura que esta especie es el *Nothofagus* más reciente a la sequía, en Sudamérica. Nuestras observaciones y mediciones confirman la presencia de morfotipos poblacionales diferentes, los que según Kalela (1941) estarían fijados genéticamente. Esto tendrá que ser comprobado a futuro con métodos genéticos y genecológicos. Este mismo autor, da el carácter de relictos con origen glacial, a las comunidades de ñirre, idea que es recogida posteriormente por Hueck (1978). Eskuche (1973) desconoce la calidad de especie pionera del ñirre, lo que se ve confirmado en estos resultados.

#### REFERENCIAS

- ANDERSON, T. 1974. An introduction to multivariate statistical analysis. New York, Wiley. 374 p.
- BARKMAN, J. 1979. The investigation of vegetation texture and structure. In: M. Werger ed. The study of vegetation, The Hague, Junk, 1: 125-160.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964. Pflanzensoziologie - Grundzüge der Vegetationskunde. 3 ed., Wien, Springer, 865 p.
- DI CASTRI, F.; HAJEK, E. 1976. Bioclimatología de Chile. Santiago, Universidad Católica de Chile, 128 p.
- DONOSO, C. 1978. La silvicultura de *Nothofagus* en Chile. California, Dpto. de Silvicultura y Ordenación de la Universidad de Berkeley, 102 p.
- DONOSO, C. 1983. Arboles nativos de Chile - Guía de reconocimiento. Valdivia, Impr. Alborada, CONAF, 116 p.

- ELLENBERG, H. 1956. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. In: H. Walter ed., Einführung in die Phytologie, Stuttgart. 136 p.
- ESKUCHE, U. 1973. Estudios fitosociológicos en el norte de Patagonia. I. Investigaciones de algunos factores de ambiente en comunidades de bosque y de chaparral. *Phytocoenologia* 1 (1): 64-113.
- GEIGER, R. 1961. Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig, Vieweg, 646 p.
- GEYGER, E. 1977. Leaf area and productivity in grassland. In: H. Husbandry; W. Krause ed., Application of vegetation science to grassland, The Hague, 11: 501-520.
- HEUSSER, C. 1966. Late-Pleistocene pollen diagrams from the province of Llanquihue, Southern Chile. *Proc. Amer. Phyl. Soc.* 110 (4): 269-305.
- HOFFMANN, A. 1982. Flora silvestre de Chile - Zona Austral. Santiago, Fundación Claudio Gay, 258 p.
- HUECK, K. 1978. Los bosques de Sudamérica - Ecología, composición e importancia económica. Eschbron, GTZ. 476 p.
- KALELA, E. 1941. Über die Holzarten und die durch die klimatischen Verhältnisse verursachten Holzartenwechsel in den Wäldern Ostpatagoniens. *Ann. Acad. Scient. Fenn. A* 55 (4): 1-151.
- KNAPP, R. 1966. Höhere Vegetationseinheiten von Südpatagonien und Feuerland. *Geobotanische Mitteilungen* 35: 1-4.
- KNAPP, R. 1984. Sample (relevé) areas (distribución, homogeneity, size, shape) and plot-less sampling. In: R. Knapp ed., Sampling methods and taxon analysis in vegetation science. The Hague, Junk, 4: 101-119.
- KUBITZKI, K. 1964. Zur Kenntnis der osmotischen Zustandsgrößen südchilenischer Holzgewächse. *Flora* 155: 101-116.
- MARTIN, C. 1899. Sümpfe und Ñadis. *Verh. Dt. Wiss. Ver. zu Santiago* 4: 55-62.
- MARTINEZ, O. 1981. Flora y fitosociología de un relicto de *Pilgerodendron wiferum* (D. Don) Florin en el fundo San Pablo de Tregua (Valdivia, Chile). *Bosque* 4 (1): 3-11.
- MC QUEEN, D. 1976. The ecology of *Nothofagus* and associated vegetation in South America. *Tuatara* 22 (1): 38-68.
- MC QUEEN, D. 1977. The ecology of *Nothofagus* and associated vegetation in South America II. *Tuatara* 22 (3): 233-244.
- MONTALDO, P. 1966. Estudios ecológicos básicos en la provincia de Valdivia, Chile. I. Las formaciones vegetales. Valdivia, Fac. Agronomía, Univ. Austral de Chile, 18 p.
- MONTALDO, P. 1974. La bioecología de *Araucaria araucana* (Mol.) Koch. *Bol. Inst. For. Latinoamericano de Inv. y Capacitación* 48: 3-55.
- MORRISON, D. 1976. Multivariate statistical methods. New York, Mc Graw-Hill, 415 p.
- MUÑOZ, M. 1980. Flora del Parque Nacional Puyehue. Edit. Universitaria, Santiago, 557 p.
- OBERDORFER, E. 1960. Pflanzensoziologische Studien in Chile Ein Vergleich mit Europa. *Flora et Vegetatio Mundi* 2: 1-208.
- ORLOCI, L. 1972. An algorithm for cluster seeking in ecological collections. *Vegetatio* 27: 339-345.
- ORLOCI, L. 1976. Ranking species by an information criterion. *J. Ecol.* 64: 411-419.
- PISANO, E. 1977. Fitogeografía de Fuego-Patagonia chilena. I. Comunidades vegetales entre las latitudes 52° y 56° s. *Ans. Inst. Pat.* 8: 121-250.
- RAMIREZ, C. 1968. Die Vegetation der Moore der Cordillera Pelada, Chile. *Ber. Oberhess. Ges. für Natur- und Heilkunde zu Giessen, N.F. Naturwiss. Abt.* 36: 95-101.
- RAMIREZ, C. 1978. Estudio florístico y vegetacional del Parque Nacional Tolhuaca (Malleco, Chile). *Pub. Ocas. Mus. Nac. Hist. Nat.* 24: 3-23.
- RAMIREZ, C. 1980. Conservación de la vegetación nativa en tierras bajas valdivianas. *Medio Ambiente* 4 (2): 82-89.
- RAMIREZ, C.; RIVEROS, M. 1975. Los alerzales de Cordillera Pelada: Flora y fitosociología. *Medio Ambiente* 1 (1): 3-13.
- RIEHM, V.; ULRICH, B. 1954. Quantitative kolorimetrische Bestimmung der organischen Substanz in Boden. *Land. Forschung* 6: 173-176.
- SAIZ, F. 1980. Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. *Arch. Biol. Med. Expo.* 13: 387-402.
- SCHLICHTING, E.; BLUME, H. 1966. *Bodenkundliches Praktikum*. Hamburg, Parey, 321p.

- SCHMITHUESEN, J. 1960. Die Nadelhölzer in den Waldgesellschaften der südlichen Anden. *Vegetado* 9 (4/5): 313-327.
- SCHWAAR, J. 1976. Die Hochmoore Feuerlands und ihre Pflanzengesellschaften. *Telma* 6: 51-59.
- SEIBERT, P. 1972. Der Bestandesaufbau einiger Waldgesellschaften in der Südkordillere (Argentinien). *Forstwiss. Centralblatt* 91 (4): 278-291.
- STEUBING, L. 1965. *Pflanzenökologisches Praktikum*. Hamburg, Parey, 262 p.
- TOMASELLI, R. 1981. The longitudinal zoning of vegetation in the southern sector of the Andes. *Studi Trentini di Science Naturali, Acta Biol.* 58: 471-484.
- WEINBERGER, P. 1973. Beziehungen zwischen mikroklimatischen Faktoren und natürlichen Verjüngung araukano-patagonischer *Nothofagus*-Arten. *Flora* 162: 157-179.

Recibido Febrero 1985

#### Los autores

- CARLOS RAMIREZ G. : Dr. rer. nat., Profesor del Instituto de Botánica, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.
- MARCO CORREA M. : Ing. For., Delegado Provincial de Aguas Malleco, Dirección General de Aguas, Lautaro 47, Angol, Chile.
- HERIBERTO FIGUEROA S. : Master en Estadística, Profesor del Instituto de Estadística, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.
- JOSE SAN MARTIN A. : Magister en Ciencias, Profesor de la Sede Talca de la Universidad Católica de Chile, Casilla 617, Talca, Chile.