

UZH-FC
MAG-B
0335
C.1

ESTUDIO DEMOGRAFICO Y FLORISTICO DE LOS BOSQUES DE
NOTHOFAGUS OBLIQUA (MIRB.) OERST. EN CHILE CENTRAL

Tesis
presentada a la
Universidad de Chile
en cumplimiento parcial de los requisitos
para optar al grado de
Magister en Ciencias Biológicas con mención en
Botánica

por

INES CASASSA ROGAZINSKI

01-0233180

Profesores Guía : MARY KALIN ARROYO, PH.D.

JUAN J. ARMESTO, PH.D.



1986

SANTIAGO DE CHILE

Facultad de Ciencias
Universidad de Chile

I N F O R M E D E A P R O B A C I O N
T E S I S D E M A G I S T E R ,

Se informa a la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ciencias que la Tesis de Magister presentada por la Candidata:

INES CASASSA ROGAZINSKI

ha sido aprobada por la Comisión Informante de Tesis como requisito de tesis para optar al grado de Magister en Ciencias Biológicas.

Patrocinante de Tesis:

Dra. Mary Kalin A.

Dr. Juan Armesto

Comisión Informante de Tesis:

Dr. Harald Schmidt

Dr. Italo Serey

Dra. Carolina Villagrán

Mary J. Kalin de Ayo

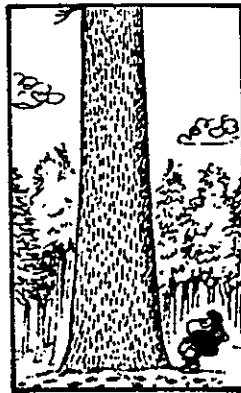
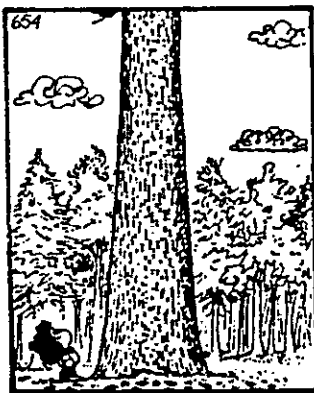
Juan J. Armesto

Schmidt H

I. Serey E.

cc. 7.

A Linus,
Mariā y Annie



Hay tantas personas a las que quiero decirles gracias. Un día Mary Arroyo me ofreció hacer la tesis en su laboratorio y me propuso este trabajo. Con Carolina Villagrán se organizó la primera salida a terreno. Debido a lo pesado del trabajo a desarrollarse, y al corto tiempo que siempre se tiene para este tipo de actividades, era indispensable la participación de ayudantes, algunos forzudos y otros no tanto. Así fue como en los diferentes viajes colaboraron las siguientes personas (en orden cronológico): Carolina Villagrán, Paulina Uslar, Francisco Squeo, Juan Carlos Aravena, Mary Arroyo, Juan Capella, Patricio Huerta, Manuel Arroyo (hijo), Yerko Vilina, Gladys Tapia, Alejandro Segura, Andrés Oberhauser, Iván Lazo y Nelson Díaz.

Después vino el procesamiento de datos, en lo que Francisco Squeo tuvo un papel preponderante en todo lo referente a la computación. Fueron muy valiosos los consejos de Mary Arroyo, Lafayette Eaton, Roger Carolin e Italo Serey. Quiero destacar la gran ayuda de Carolina Villagrán al sugerir el análisis de Elementos Fitogeográficos, y al reducir todo el capítulo de vegetación a una dimensión tratable. También quiero destacar la importante colaboración de los expertos de la Universidad de Concepción en la identificación del material florístico, en especial el Sr. Max Quezada. Melica Muñoz, curadora del Herbario Nacional, colaboró en la identificación preliminar de los especímenes.

Juan Armesto sugirió el análisis demográfico presentado y corrigió el manuscrito innumerables veces, con gran paciencia y dedicación, hasta llegar a la versión actual.

A nivel de tuercas y tornillos, las figuras fueron confeccionadas por varias personas: Luz Uribe, Ignacio García, Claude Bastres, Cecilia Fernández y Andrés Garrido. La escritura a máquina estuvo a cargo de Marcia Farías. Todo lo referente a reducciones y cómo mantener los márgenes reglamentarios con tablas gigantes, fue dilucidado por Juan Capella. No puedo dejar de mencionar al imponderable Sr. Rojas por su gran colaboración en materia de fotocopias. Finalmente, salvaron la situación Carlos Medina y Claudio Retamal al ayudarme con las fotocopias definitivas, en medio del caos de los allanamientos y falta de agua.

Santiago, 23 de Junio de 1986

I N D I C E D E M A T E R I A S

LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE APENDICES	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCION	
1. Antecedentes Teóricos	1
2. Consideraciones sobre la historia de <i>Nothofagus obliqua</i> en Chile	5
3. Objetivos e hipótesis de trabajo	11
AREA DE ESTUDIO	14
METODOS	
1. Estudio Demográfico	21
1.1. Relación entre edad y diámetro de los troncos	21
1.2. Distribución de DAP y estado de mográfico de las poblaciones	26
1.3. Muestreo de plántulas de <i>Nothofagus obliqua</i>	28
1.4. Evaluación del impacto de la <u>in</u> tervención humana	29
2. Estudio Florístico	31
2.1. Muestreo	31
2.2. Medición de cobertura	32
2.3. Medición de frecuencias	33

2.4. Definición Elementos Fitogeográficos	33
2.5. Distribución de abundancias	40
2.6. Análisis multivariado de la flora de los bosques de <i>Nothofagus obliqua</i>	42
RESULTADOS	
1. Estudio Demográfico	45
1.1. Distribución de DAP y estado demográ- fico de las poblaciones	45
1.2. Abundancia de plántulas	52
1.3. Evaluación del impacto de la interven- ción humana	54
2. Estudio Florístico	61
2.1. Distribución de Elementos Fitogeográficos	61
2.2. Relación entre la cobertura relativa por estratos y la cobertura relativa de <i>Notho- fagus obliqua</i>	68
2.3. Coberturas relativas y curvas de domi- nancia-diversidad de las especies de los estratos arbóreo y arbustivo	71
2.4. Frecuencias y curvas de dominancia- diversidad de las especies del estrato herbáceo	76
2.5. Análisis factorial de correspondencia (AFC)	79
DISCUSION	
1. Tendencias demográficas en el gradiente lati- tudinal y altitudinal	87
2. Tendencias vegetacionales en el gradiente latitudinal y altitudinal	92
3. Conclusión	94

REFERENCIAS	99
APENDICE 1	105
APENDICE 2	112
APENDICE 3	119
APENDICE 4	122

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Ubicación geográfica, número de estaciones de muestreo y características de cada localidad estudiada	15
Tabla 2	Porcentajes de cobertura por estrato, densidad y proporción de individuos de tocón de <i>Nothofagus obliqua</i> en cada localidad estudiada	20
Tabla 3	Número de testigos usados en las regresiones edad vs. DAP	22
Tabla 4	Resultados de las regresiones de los números de anillos versus DAP para cada población estudiada	27
Tabla 5	Clasificación de las especies leñosas del bosque de <i>Nothofagus obliqua</i> de acuerdo a Elementos Fitogeográficos	34
Tabla 6	Número de plántulas (individuos < 1.25 m de altura) por parcela en cada población y franja altitudinal	53
Tabla 7	Número de especies leñosas y cobertura relativa promedio de cada Elemento Fitogeográfico, en las distintas localidades	64
Tabla 8	Indices de diversidad de Shannon-Wiener para los Elementos Fitogeográficos, considerando (a) número de especies y (b) cobertura relativa	67

Tabla 9	Comparación entre los porcentajes de cobertura absoluta (promedio) por parcela en los estratos arbóreo (> 3 m) y arbustivo (entre 3 y 0.5 m), con la cobertura relativa (promedio) de <i>Nothofagus obliqua</i> en cada localidad	69
Tabla 10	Porcentaje de la varianza total explicada por los ejes construídos en el AFC	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Tres modelos teóricos de curvas de sobre vivencia para poblaciones con ciclo de vida contrastante	3
Figura 2	Distribución de <i>Nothofagus obliqua</i> en Chile	6
Figura 3	Ubicación geográfica de los sitios de estudio	16
Figura 4	Curvas de regresión entre los números de anillos de los testigos y los DAP de los árboles, para cada localidad	24
Figura 5	Curvas teóricas de dominancia-diversidad	41
Figura 6	Distribución de DAP y ajustes al modelo de potencia de las poblaciones de <i>Notho- fagus obliqua</i>	46
Figura 7	Distribución de DAP y ajustes al modelo de potencia de las poblaciones de <i>Notho- fagus obliqua</i> con una proporción mayori- taria de individuos de tocón	50
Figura 8	Relación entre apertura del dosel y la cobertura del estrato arbustivo en bos- ques de <i>Nothofagus obliqua</i> en Chile Central	55
Figura 9	Relación entre la apertura del dosel y la regeneración de <i>Nothofagus obliqua</i> en bosques de roble de Chile Central	57

Figura 10	Relación entre la proporción de individuos de tocón y la regeneración de las poblaciones de <i>Nothofagus obliqua</i> en bosques de roble de Chile Central	59
Figura 11	Proporción de especies de la flora leñosa del bosque de <i>Nothofagus obliqua</i> en cada Elemento Fitogeográfico definido para las localidades estudiadas	62
Figura 12	Curvas de dominancia-diversidad en base a las coberturas relativas de las especies del estrato arbóreo-arbustivo del bosque de <i>Nothofagus obliqua</i>	72
Figura 13	Curvas de dominancia-diversidad en base a frecuencias de las especies del estrato herbáceo del bosque de <i>Nothofagus obliqua</i> para cada localidad estudiada	77
Figura 14	Ordenación de las parcelas de todas las localidades con correlaciones mayores de 50%, a los ejes 1 y 2 del AFC	82
Figura 15	Ordenación de las especies de todas las localidades con correlaciones mayores de 50%, a los ejes 1 y 2 del AFC	84

LISTA DE APENDICES

Apéndice 1	Valores de cobertura relativa de las especies de los estratos arbóreo-arbustivo de los bosques de <i>Nothofagus obliqua</i> en cada localidad.	105
Apéndice 2	Valores de frecuencia de las especies del estrato herbáceo de los bosques de <i>Nothofagus obliqua</i> en cada localidad	112
Apéndice 3	Valores de las coordenadas y coeficientes de correlación para (3.1.) las muestras y (3.2) las especies en cada eje del AFC	119
Apéndice 4	Lista de las especies de los bosques de <i>Nothofagus obliqua</i> en todas las localidades estudiadas	122

RESUMEN

La distribución actual de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. en Chile cubre un área que presenta notables diferencias ambientales a través del gradiente latitudinal y altitudinal. En el extremo norte, en el ámbito del bosque esclerófilo, el clima es árido y las poblaciones se presentan en forma discontinua, en condiciones de microclima favorable. En el extremo sur, en cambio, en el ámbito del bosque Valdiviano, el clima es mucho más mésico y las poblaciones se encuentran en lugares recientemente afectados por perturbaciones masivas naturales.

En este contexto, se estudiaron las dinámicas poblacionales de *Nothofagus obliqua* (roble) y las estructuras vegetacionales en seis localidades de Chile Central, ubicadas entre los 33° y 38°S. Para ello se determinó la distribución de diámetros a la altura del pecho (DAP), su relación con la edad y las abundancias de plántulas de *Nothofagus obliqua*. Además, se examinaron las diferencias en la estructura de las comunidades a través del análisis del grado de dominancia del roble, los patrones de distribución de abundancias de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, la diversidad de procedencias de las especies leñosas acompañantes y el cambio latitudinal en la composición florística de los bosques.

Los bosques situados en los extremos norte y sur del área de estudio, exhiben en general, escasez de plántulas y distribuciones de DAP con representación de unas pocas clases de tamaño, sugiriendo coetaneidad

de las poblaciones. En comparación, la población ubicada en el centro del rango geográfico de *Nothofagus obliqua*, exhibe una gran abundancia de plántulas y de juveniles, reflejado en una estructura de DAP con un buen ajuste al modelo de potencia.

Las comunidades de *Nothofagus obliqua* de los extremos norte y sur exhiben una heterogeneidad mayor de procedencias de las especies leñosas acompañantes. En las localidades más septentrionales son importantes los Elementos Esclerófilo y Relicto, y en el sur, el Elemento Valdiviano es el más importante. *Nothofagus obliqua* presenta una dominancia menor en los bosques de estas localidades, los que presentan también, la mayor riqueza de especies. Estas tendencias determinan la obtención de curvas sigmoideas de dominancia-diversidad, para los estratos arbóreo y arbustivo, con valores más altos del índice de equitabilidad. Los bosques de *Nothofagus obliqua* del sector central de su distribución presentan, en cambio, curvas geométricas de dominancia-diversidad con valores bajos del índice de equitabilidad como consecuencia de la menor riqueza de especies. Al mismo tiempo, estas comunidades exhiben gran homogeneidad en la procedencia de las especies acompañantes de *Nothofagus obliqua*. Los Elementos Esclerófilo, Relicto y Valdiviano están prácticamente ausentes. Un análisis multivariado mostró que de norte a sur, los bosques de *Nothofagus obliqua* presentan una composición de especies que cambia gradualmente, incluyendo especies que pertenecen a cada flora regional, de manera que no se puede hablar de una vegetación estrictamente asociada al bosque de *Nothofagus obliqua*.

Estos resultados, permiten concluir que las poblaciones de *Nothofagus obliqua* en los extremos boreal y austral se mantienen gracias a

períodos de regeneración masiva, que se producirían cuando las condiciones ambientales son favorables para la producción de semillas y el establecimiento de plántulas. En el sector central de su distribución, debido a la baja abundancia de otras especies arbóreas y a condiciones climáticas favorables, *Nothofagus obliqua* presenta una regeneración continua.

ABSTRACT

Nothofagus obliqua (Mirb.) Oerst. is distributed in Chile over a latitudinal gradient exhibiting a wide range of environmental characteristics. In the northern part of its range where sclerophyllous vegetation is predominant, the climate is dry and populations are scattered, occurring only where local microclimatic conditions are favourable. In the southern extreme of its distribution, which falls within the range of the Valdivian Rainforest the climate is more humid. Moreover, populations of *Nothofagus obliqua* here occupy sites that have been effected by large scale natural perturbations.

Demographic characteristics and vegetation structure were studied for six *Nothofagus obliqua* (beech = roble) forests, located between 33° - 38°S, in Central Chile. At each of these localities the distribution of diameters at breast height (DBH = DAP), the relationship between size and age, and the abundance of seedlings were determined for *Nothofagus obliqua*. The importance values of trees, shrubs and herbs, and the fitogeographic affinities of woody species of these forests were established along with latitudinal changes in their floristic composition.

Nothofagus obliqua populations at the northern and southern extremes of the study area, in general exhibited low number of seedlings and DBH distributions with reduced numbers of size classes, the latter suggesting

a tendency for even-aged stands. In contrast, towards the centre of the geographical range, seedlings and saplings were abundant, and DBH distributions gave a good fit to the power model.

The forest communities located at the northern and southern extremes of the study area exhibited higher overall species richness with relatively lower dominance of *Nothofagus obliqua*. Woody species for these same forests were heterogeneous for their phytogeographic affinities. In the northernmost sites Sclerophyllous and Relict Elements were important, while in the southernmost, the Valdivian Element was more abundant. In both cases, dominance-diversity curves for the tree and shrub strata are of the lognormal type, and equitability indexes are high. In contrast, forests located towards the centre of the distribution exhibited lower species richness and higher dominance for *Nothofagus obliqua*. These communities were more homogeneous with respect to the phytogeographic affinities of the associated woody species, the Sclerophyllous, Relict and Valdivian Elements being essentially absent. Dominance-diversity curves for the woody species of these last forests are of the geometric type, and equitability index values are lower. A multivariate analysis corroborated that *Nothofagus obliqua* forests in Central Chile show a gradual change in species diversity, from north to south, as the elements of each regional flora are replaced by others.

The results of the demographic analysis suggest that the northern and southernmost populations of *Nothofagus obliqua* might be maintained as the results of periodic reproduction that would occur in unusually favourable years for both seed production and establishment. In the

central part of its range, in contrast, *Nothofagus obliqua* shows a more continuous pattern of regeneration which is probably due to more favourable climatic conditions for seedling establishment, and general absence of shade-tolerant tree species.

INTRODUCCION

1. Antecedentes teóricos

El desarrollo de la ecología vegetal ha estado ligada desde sus comienzos a la teoría de sucesión. Los modelos deterministas (holistas) proponen que tras sucesivos cambios regulados principalmente por factores internos a la comunidad (control autogénico), se llega a una etapa terminal estable en el tiempo y el espacio, o clímax (Clements 1916). Esta manera de concebir a las comunidades biológicas, como entidades fijas en ambientes relativamente estables, ha tenido una influencia preponderante en el desarrollo de la ecología vegetal (e.g., Margalef 1968; Odum 1969).

El enfoque tradicional del estudio de sucesión, lleva al análisis descriptivo del hipotético estado estable al que llegarían las comunidades vegetales, y de sus etapas previas (Veblen 1980; Armesto y Pickett 1985). Otra manera de considerar a las comunidades (enfoque mecanicista, sensu Armesto y Pickett 1985), da gran importancia al rol de las perturbaciones, tanto externas al sistema (e.g., volcanismo, huracanes), como a los agentes internos desencadenantes de cambios vegetacionales (e.g., muerte de un árbol), que son responsables en parte, de la organización de la comunidad en el tiempo (e.g., Veblen y Ashton 1978; Veblen 1979; Silvertown 1982; Armesto y Pickett 1985; Pickett y White 1985). Este enfoque reduccionista, por otro lado, enfatiza el cambio mismo, llevando las

preguntas hacia los posibles mecanismos (Veblen 1980; Armesto y Pickett 1985). Este segundo enfoque es preferible, en base a la evidencia empírica y experimental (Peet y Christensen 1980).

El análisis demográfico es una herramienta útil para estudiar los mecanismos de cambio dentro de una comunidad de bosque. Los estudios de dinámica de comunidades arbóreas desde un punto de vista mecanicista, son relativamente escasos, debido a dificultades metodológicas relacionadas con la longevidad y determinación de la edad de los individuos (Harper 1977). Algunos autores han optado por realizar estudios demográficos en parcelas permanentes (Sarukáhn 1978; Peet y Christensen 1980). La mayoría de los autores sin embargo, han basado sus estudios en el análisis de distribución de tamaños, considerados como estimadores de la edad de los árboles, de un tipo de bosque, pudiendo de esta forma inferir la dinámica de las poblaciones arbóreas en distintas situaciones ambientales y así, proponer posibles mecanismos de cambio comunitario (Hett y Loucks 1976; Veblen y Ashton 1978; Veblen 1979; 1985a, 1985b; Veblen et al. 1980; 1981; Schmidt y Urzúa 1982; Donoso et al. 1984).

Estudios demográficos en poblaciones de especies arbóreas han demostrado que generalmente la tasa de mortalidad varía con la edad de los individuos. En individuos jóvenes la mortalidad es alta, decreciendo rápidamente con la edad (Hett 1971; Leak 1975; Hett y Loucks 1976; Sarukáhn 1978; Silvertown 1982). Este patrón de sobrevivencia puede representarse como una función de potencia (Fig. 1), conocida como curva Tipo III de Deevey (Deevey 1947; Hett y Loucks 1976; Harper 1977; Silvertown 1982). El ajuste empírico de una distribución de edades a este

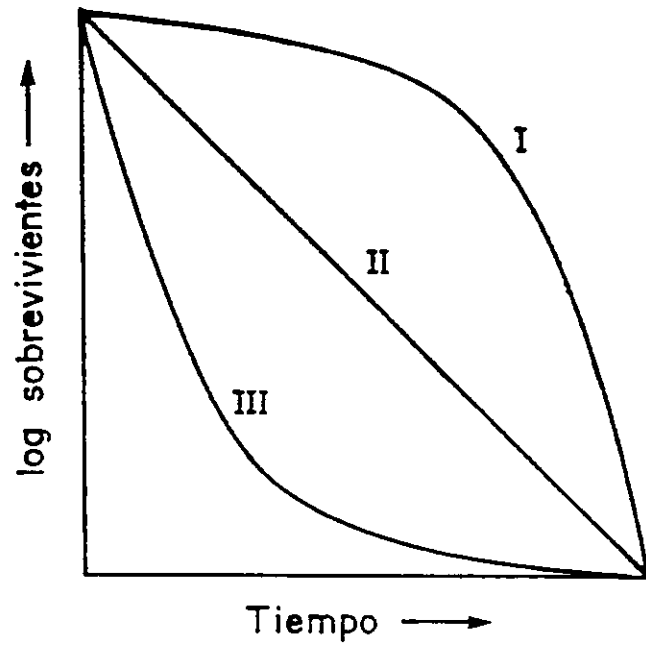


FIGURA 1. Tres modelos teóricos de curvas de supervivencia para poblaciones con ciclo de vida contrastante (según Silvertown 1982). Las poblaciones arbóreas se ajustan comúnmente al Tipo III.

modelo de sobrevivencia implica que una población se está regenerando continuamente a partir de la incorporación masiva de individuos jóvenes, asegurando así su mantención en la comunidad (Whittaker 1975; Silvertown 1982). Muchas poblaciones arbóreas, sin embargo, no se regeneran continuamente, sino que su regeneración es dependiente de la ocurrencia de perturbaciones masivas (e.g., *Nothofagus* spp. en los Andes del sur de Chile, Veblen 1985a). En este caso las poblaciones serían relativamente coetáneas y la distribución de edades no se ajustaría al modelo III de Deevey. Otras causas de desajuste entre una distribución de edades y el modelo III de Deevey, es el caso de una población en declinación, debido a condiciones desfavorables bióticas o abióticas (Leak 1975; Hett y Loucks 1976). En este caso, una población podría mantenerse por medio de una tendencia mayor hacia la regeneración vegetativa, en contraste a la situación de ambiente favorable con regeneración continua por semilla (Grime 1979; Abrahamson 1980).

En consecuencia, el análisis de la estructura de edades de las especies de una comunidad pueden dar algunas ideas sobre su dinámica de cambio. En este trabajo se aplicará este enfoque metodológico al estudio de las comunidades dominadas por *Nothofagus obliqua* (roble) en Chile. El objeto es comparar las dinámicas de cambio de estas poblaciones y postular las posibles causas de estos cambios.

2. Consideraciones sobre la historia y distribución de *Nothofagus obliqua* en Chile

El género *Nothofagus* Blume es frecuentemente considerado como clave para la interpretación de la historia de la vegetación del Hemisfe-rio Sur (Darlington 1965). Se distribuye actualmente en forma disconti-nua en la zona templado-fría de la parte austral de Sudamérica, sureste de Australia, Tasmania, Nueva Zelandia y, a mayores alturas, en las zonas tropicales de Nueva Guinea, Nueva Bretaña y Nueva Caledonia (Humphries 1981).

En Chile y Argentina, *Nothofagus* presenta 10 especies (una es considerada de origen híbrido, Donoso y Landrum 1979), de las cuales varias son elementos dominantes de los bosques del centro-sur. La especie sud-americana distribuida más septentrionalmente es *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. (roble), encontrándose en Chile desde los 33° hasta los 41°30'S (Donoso 1979) y en Argentina desde los 36°50' hasta los 40°15'S (Weinberger 1977). En el extremo norte de su distribución (Fig. 1), se le encuentra formando bosques discontinuos (Donoso 1979), tanto en la Cordi-llera de la Costa (33° - 36°30'S), como en la Cordillera de los Andes (34°30' - 35°S). Adicionalmente, el roble se encuentra como componente del denominado bosque maulino, que está circunscrito a la franja costera entre 35° y 36°20'S, en las quebradas húmedas (Donoso 1975a). Al sur de los 36°30'S en la Cordillera de la Costa, 35°S en los Andes y 38°S en el valle central, la distribución de *Nothofagus obliqua* parece haber sido relativamente continua en el pasado reciente (Donoso 1979). En el extremo sur de su distribución, el roble se encuentra esporádicamente en el valle

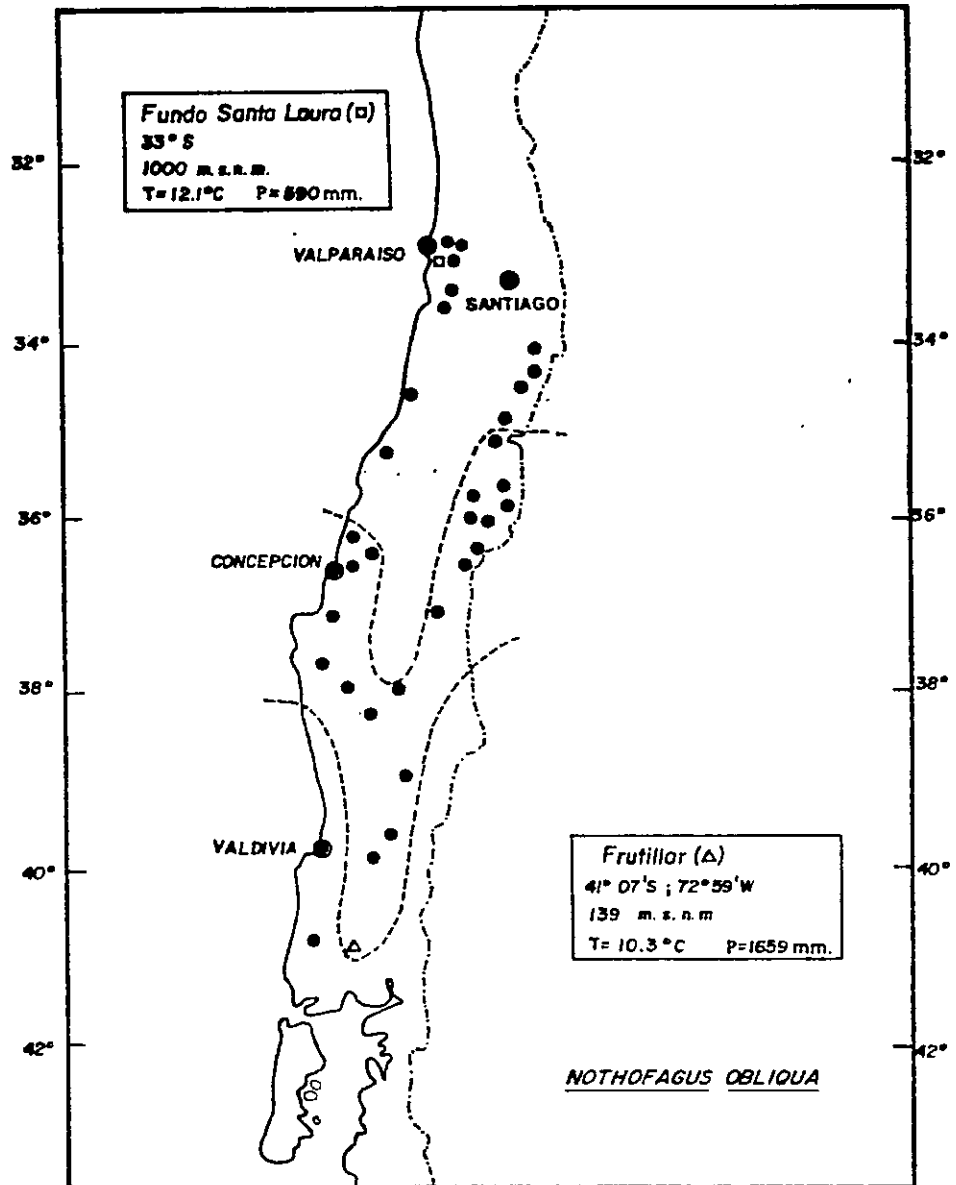


FIGURA 2. Distribución de *Nothofagus obliqua* en Chile según (Donoso 1979). Los puntos indican los sitios de colección (Rodríguez et al. 1983). En la zona comprendida entre las líneas punteadas la especie se distribuye en forma más o menos continua. Además se presentan los valores de altitud, temperatura (T) y precipitación media anual (P) de dos localidades, ubicadas cerca de los extremos del rango distribucional de *N. obliqua*.

central, formando pequeños manchones en el ámbito del bosque Valdiviano.

Suelen distinguirse dos variedades de roble a lo largo de su rango distribucional (Rodríguez et al. 1983): Nothofagus obliqua (Mirb.) Oerst. var. macrocarpa (DC.) Reiche, en bosques del extremo norte de su distribución en la Cordillera de la Costa y Nothofagus obliqua (Mirb.) Oerst. var. obliqua en los bosques de la Cordillera de los Andes, valle central y en la Cordillera de la Costa, con excepción de los del extremo norte. Sin embargo, Donoso (1975b; 1979) al estudiar la variación de caracteres morfológicos, químicos y fisiológicos, mostró que esta distinción no es clara. Por lo tanto, estas variedades no serán distinguidas en este trabajo.

Los antecedentes paleobotánicos disponibles, indican que la distribución geográfica de *Nothofagus* ha variado considerablemente en latitud desde fines del Cretácico (Romero 1978; Torres y Rallo 1981; Torres 1984). Los antecedentes fósiles más útiles para entender la situación actual de las poblaciones de *N. obliqua* en Chile, son los que dan cuenta de los cambios climáticos y vegetacionales ocurridos desde la última glaciación Pleistocénica, cuyo máximo habría sido alrededor de 73.000 años A.P. (Mercer 1983). El lapso transcurrido desde el segundo avance glacial de la última glaciación (19.500 años A.P., Mercer 1983) está particularmente bien documentado, debido a la presencia de abundante registro fósil y a la confiabilidad de las dataciones. En la zona centro-sur de Chile (39° - 43°S) se han descrito varias fluctuaciones en la composición de la vegetación, asociadas a cambios climáticos (Heusser 1974; 1983a; 1984; Villagrán 1980; 1985). El polen de *Nothofagus* está siempre

presente en estos diagramas polínicos, y la mayor parte de las veces contribuye en una alta proporción a la suma total del polen arbóreo. Se observa una cantidad notablemente mayor de *N.* tipo *dombeyi*, habiendo algunos máximos locales (en el tiempo y espacio) de *N.* tipo *obliqua*.

En Chile Central los efectos de las glaciaciones se manifestaron en forma de condiciones más mésicas (favorables), por un lado debido a que los glaciares estaban restringidos al ámbito andino, y por otro, al desplazamiento del frente polar que trajo consigo un clima más húmedo (Hays et al. 1976). Estas condiciones más húmedas se reflejan en que las especies del bosque Valdiviano se habrían desplazado unos 5° - 7° de latitud hacia el norte (Heusser 1983a; 1983b), durante la última glaciación. El desplazamiento de cinturones vegetacionales nos permite suponer que en esa época *Nothofagus obliqua* también se encontraba distribuido más al norte que en la actualidad, o por lo menos, que su distribución era continua al norte de los 35°S en sectores montañosos, ya que las condiciones de clima más húmedo eran favorables para su desarrollo (Simpson 1979; Heusser 1983a; 1983b).

A partir del Holoceno el clima se tornó más árido, ocupando el bosque Valdiviano su distribución actual (38° - 42°S). Este cambio climático habría generado un área "abierta" para la colonización por otras especies al norte de los 38°S. El bosque esclerófilo habría empezado a expandirse hasta ocupar parte de esta área, preferentemente entre 33° y 35°S (Raven 1973; Heusser 1983a; Pérez 1984), mientras que al sur de los 35°S los territorios habrían sido ocupados por poblaciones de especies caducifolias de *Nothofagus*.

Actualmente, las poblaciones más boreales de roble (33° - 34°S) se encuentran en lugares donde el microclima es más húmedo (e.g., cumbr**es** de cerros) y donde las especies esclerófilas, u otras especies arbóreas están ausentes. Tal como lo propone Rundel (1981), la única explicación para la presencia actual de estas poblaciones parece ser el relictualismo. Otras especies arbóreas, como *Aextoxicon punctatum* tendrían también este carácter de relictos asociados a los bosques costeros de neblina de Chile Central-Norte (Villagrán y Armesto 1980; Pérez 1984).

Las poblaciones de roble del extremo austral de su rango distribucional (38° - 41°S), se encuentran en el ámbito del bosque Valdiviano, que es muy rico en especies arbóreas. A mayor altura se encuentran las especies que constituyen el denominado bosque Nordpatagónico, y en el límite de la vegetación arbórea, las especies del bosque Subantártico caducifolio (Schmithüsen 1956). La presencia de estas formaciones vegetales determina una disminución de las áreas favorables para el desarrollo del roble, que se encuentra restringido a una franja altitudinal intermedia entre el valle, dominado por bosque Valdiviano, y las formaciones Nordpatagónica y Subantártica caducifolia. Adicionalmente, las condiciones abióticas son adecuadas para el crecimiento de la especie en el valle (Fig. 2), pero se van deteriorando al disminuir la temperatura con la altitud (Heusser 1974).

En torno a los 37°S, en cambio, el ambiente se hace más favorable para el roble. Por un lado la temperatura media es más alta, y las precipitaciones no disminuyen tan drásticamente (di Castri y Hajek 1976).

Por otro lado, la influencia del bosque Valdiviano es cada vez menor y sólo se encuentran unas pocas especies del bosque esclerófilo en las zonas bajas (Schmithusen 1956). A mayores alturas, sin embargo, aún son dominantes el bosque Nordpatagónico y el Subantártico caducifolio (Schmithusen 1956). De esta forma, la distribución altitudinal del roble estaría limitada por la presencia de dichas formaciones, siendo más favorable para su crecimiento el sector de menor altura.

N. Hejduk 2001

La zona de Chile comprendida en este estudio ha estado habitada por el hombre desde hace por lo menos 11.000 años A.P. (según evidencia encontrada en la Laguna de Tagua Tagua), pero es especialmente desde los últimos 150 años que se ha hecho más notorio el efecto de la actividad humana sobre el ambiente natural (Aschmann y Bahre 1977). La mayor parte de la vegetación leñosa de Chile Central ya había sido destruída al empezar este siglo, para su uso como madera, leña y carbón, y para despejar el terreno para su cultivo y para pastoreo, sobreviviendo sólo en los lugares más inaccesibles (Aschmann y Bahre 1977). Esta destrucción ha afectado el área de distribución actual del roble, principalmente hacia el sur de su rango, en donde las poblaciones ocupaban el Valle Central. Hoy, esta es una zona de actividad agrícola intensa, sin embargo la ocurrencia de árboles aislados sugieren la presencia reciente de poblaciones de roble.

3. Objetivos e Hipótesis de Trabajo

La diversidad de situaciones ambientales en que se encuentran los bosques de Nothofagus obliqua en Chile Central, proporcionan una oportunidad para: (1) comparar los estados demográficos de poblaciones de *N. obliqua* sujetas a diferentes condiciones bióticas y abióticas; (2) evaluar las consecuencias a nivel comunitario de los cambios demográficos de las poblaciones de *N. obliqua* a lo largo de su distribución geográfica; (3) proponer los posibles mecanismos por los cuales las comunidades de *N. obliqua* han alcanzado su estado actual.

Hipótesis sobre la demografía de las poblaciones de *Nothofagus obliqua*

Veblen y Ashton (1978) han descrito al roble como una especie colonizadora que en ausencia de perturbaciones, asociadas a fenómenos sísmicos y volcánicos, termina por ser excluída de la comunidad ya que es intolerante a la sombra. La dependencia de la regeneración de roble de fenómenos de perturbación masiva, se reflejaría en la coetaneidad de la mayor parte de la población. Sin embargo, la ocurrencia frecuente de perturbaciones a gran escala no es común en todo el rango de distribución del roble, sino que se encuentra limitada principalmente a la Cordillera de los Andes, en donde las pendientes son más pronunciadas y los volcanes más numerosos (Veblen y Ashton 1978). Una superficie apreciable del rango distribucional del roble está fuera de esta área, por lo que la dinámica de regeneración en estas poblaciones debe ser diferente.

En condiciones bióticas y abióticas favorables la regeneración de una especie debiera ser continua, resultando en poblaciones multietáneas

con incorporación activa de juveniles. Según Veblen (1980), en árboles esta dinámica estaría asociada a la regeneración en claros de bosque. En consecuencia, se puede postular que las poblaciones de roble localizadas fuera del ámbito de acción del volcanismo, deberían exhibir estructuras de edades multietáneas que se ajustan al modelo de potencia o curva de sobrevivencia Tipo III de Deevey (Fig. 1). Sin embargo, se esperaría que condiciones desfavorables, e.g., la aridización del ambiente, o la presencia de otras especies arbóreas, tengan un efecto negativo sobre la regeneración del roble, produciendo desviaciones con respecto al modelo de potencia, detectables a través de las estructuras de edades. En concreto, se esperaría encontrar una sobrerrepresentación de las clases de edades adultas y una subrepresentación de juveniles. En estos casos, la mantención de las poblaciones podría ocurrir a través de ciclos periódicos de regeneración por semilla que ocurrirían bajo condiciones ambientales inusitadamente favorables; o a través de una mayor incidencia de reproducción vegetativa, a falta de reproducción por semillas.

Hipótesis sobre las comunidades de *Nothofagus obliqua*

Se ha planteado en ecología de comunidades que ninguna especie se presentaría en forma invariable a lo largo de toda su distribución geográfica, sino que existiría un rango favorable y uno desfavorable (Terborgh 1973). Si existen diferencias en las características demográficas entre poblaciones de una especie dominante debido a la variación en el ambiente, estas diferencias debieran tener profundas implicaciones en la estructura de la comunidad (Drury y

Nisbet 1973; Grime 1979; Peet y Christensen 1980; Armesto y Pickett 1985).

En el sector desfavorable (mayor aridez, mayor competencia de otras especies arbóreas) de su rango de distribución, el roble podría presentar una escasa progenie, lo que llevaría a reducciones de su valor de importancia en la comunidad y, a consiguientes reajustes de la composición florística y el patrón de abundancias de las demás especies, aumentando la diversidad. En contraste, en aquel sector del rango de distribución del roble en que las condiciones ambientales son más favorables (mayor precipitación, menor competencia de otras especies arbóreas), se esperaría que la especie sea abundante, llegando tal vez a ser dominante, y reduciéndose la diversidad de especies en la comunidad.

AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en seis localidades de Chile Central (Tabla 1) situadas entre los 33° y 38°S (Fig. 3), abarcando desde las poblaciones relictuales situadas en el ámbito del bosque esclerófilo de Chile Central hasta aquéllas situadas cerca del límite norte del bosque Valdiviano. De norte a sur las localidades son: (1) Cerro de la Campana y (2) Alto de Cantillana, situadas en la Cordillera de la Costa frente a Valparaíso y Rancagua, respectivamente; (3) Quebrada del Roble, situada al noroeste de San Fernando, 5 km al norte de Pichilemu. Se trata de una quebrada entre 100 y 150 m de profundidad que desemboca en el mar. Las tres localidades restantes se encuentran en la Cordillera de los Andes: (4) Sierras de Bellavista, al sureste de San Fernando en una variante del camino a Termas del Flaco, cerca del poblado del mismo nombre; (5) Baños de Chillán y (6) Bío-Bío, situadas al sureste de Chillán (por Recinto) y frente a Mulchén (por Sta. Bárbara), respectivamente.

Todos los bosques de roble estudiados se encuentran bajo la influencia de un clima mediterráneo, que se caracteriza por una marcada sequía estival y lluvia acompañada de un descenso de la temperatura en invierno (di Castri y Hajek 1976; Nahal 1981). Dentro del área de estudio, existe un aumento marcado de las precipitaciones de norte a sur (Tabla 1), junto a una disminución de la temperatura media. De acuerdo a los principios de Emberger (1955), basados en la pluviometría y en los valores de la temperatura media del mes más frío, las localidades estudiadas estarían incluidas en tres regiones diferentes dentro del

TABLA 1 Ubicación geográfica, número de estaciones de muestreo y características de cada Localidad estudiada.

Localidad	Latitud	Longitud	Número de Estaciones de muestreo	Rango altitudinal (m)	Rango de Pendientes (°)	Exposición más frecuente	Ubicación estación climática más cercana	Precipitación media anual (mm)	Temperatura media anual (°C)
Cerro de la Campana	32°57'S	71°08'W	12	1050-1600	20 - 38	S	Fundo Sta. Laura (1) 33°04'S, 71°00'W 1000 m	590	12.1
Alto de Cantillana	33°58'S	70°58'W	10	1480-1900	20 - 41	S	Sn. José de Maipo (2) 33°39'S, 70°22'W 1060 m	623.2	12.9
Quebrada del Roble	34°20'S	71°59'W	10	40-190	12 - 44	S	Constitución (2) 35°20'S, 72°56'W 7 m	942.8	13.9
Sierras de Bellavista	34°52'S	70°41'W	9	1500-1652	4 - 20	NE	Sewell (2) 34°06'S, 70°22'W 2134 m	1052.2	9.5
Baños de Chillán	36°54'S	71°31'W	11	950-1610	2 - 55	W	Chillán (2) 36°36'S, 72°02'W 118 m	1034.2	14.0
Bfo-Bfo	38°02'S	71°20'W	10	430-930	4 - 36	E/NE	Lonquimay (2) 38°26'S, 71°15'W 900 m	1944.6	8.6

(1) Miller y Hajek (1981)

(2) de Castri y Hajek (1976)

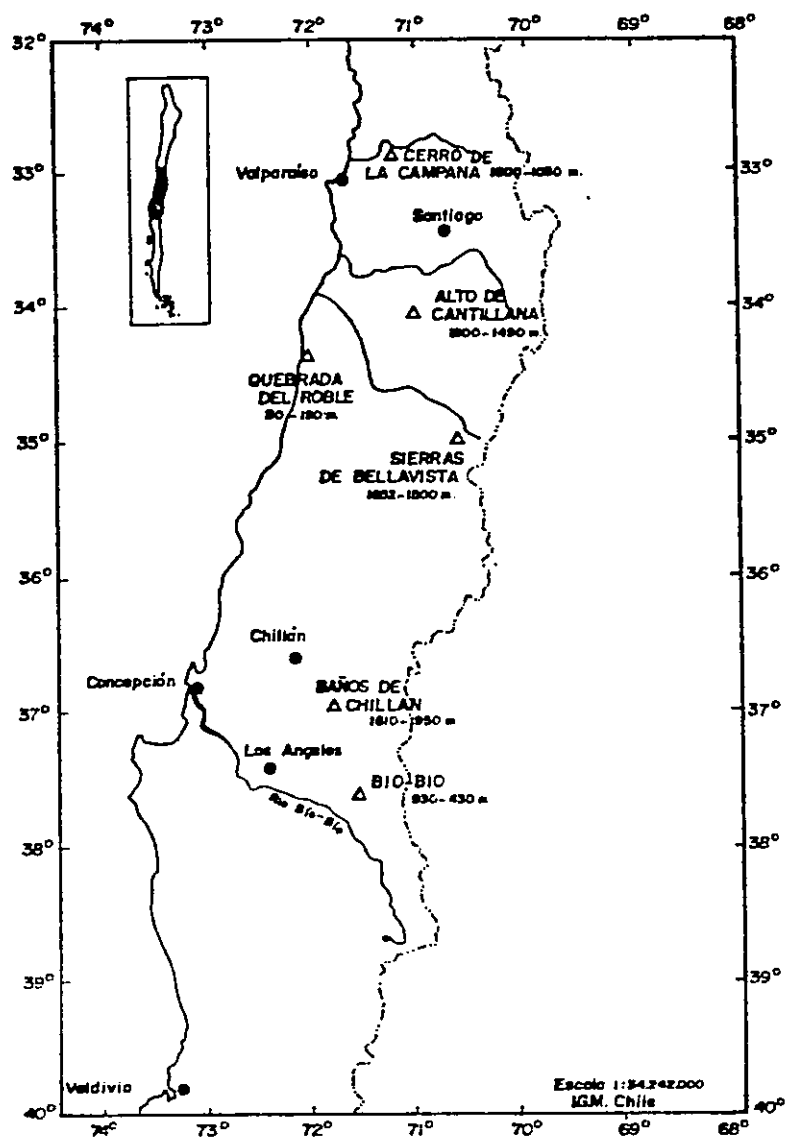


FIGURA 3 Ubicación geográfica de los sitios de estudio y rangos altitudinales comprendidos en cada localidad.

área de clima mediterráneo (di Castri y Hajek 1976). Cerro de la Campana, Alto de Cantillana y Quebrada del Roble se encontrarían en la región mediterránea subhúmeda litoral, es decir con influencia oceánica por su ubicación cercana y enfrentando al mar; Sierras de Bellavista y Baños de Chillán estarían en la región mediterránea húmeda y montana, es decir con mayor influencia continental (reflejada en una mayor amplitud térmica) y Bío-Bío estaría en la región mediterránea perhúmeda montana. Según Van Husen (1967), que utiliza un criterio basado en las sumas mensuales de precipitaciones, las localidades quedarían incluidas también en tres zonas climáticas: (1) zona con intervalos episódicos de sequía durante el invierno ($30^{\circ} - 34^{\circ}\text{S}$); (2) zona de lluvias invernales regulares y de sequía periódicas en el verano ($34^{\circ} - 38^{\circ}\text{S}$) y; (3) zona con intervalos esporádicos de sequía durante el verano ($38^{\circ} - 41^{\circ}\text{S}$).

En las localidades más nortinas estudiadas las condiciones de sequía estival son un factor crítico para el desarrollo de *N. obliqua*. En Cerro de la Campana y Alto de Cantillana, los bosques de roble están restringidos a las laderas de exposición sur donde las condiciones microclimáticas locales son más húmedas (Villagrán et al. 1980). Quebrada del Roble es especialmente húmeda debido a la abrupta pendiente de las laderas a cada lado del río. En la Cordillera de los Andes, a nivel de Sierras de Bellavista, los bosques de roble no se encuentran a alturas inferiores a 1000 m (Donoso 1973). A la latitud de Baños de Chillán y Bío-Bío, la falta de agua es un factor de menor importancia (Tabla 1), encontrándose robles en las laderas de exposición polar y ecuatorial, desde los 400 m en Chillán y desde el nivel del mar en Bío-Bío.

Aunque los bosques de las localidades estudiadas se encuentran dentro de la región más poblada de Chile, por lo que han estado inevitablemente sujetos a los efectos de la intervención humana, han logrado sobrevivir este proceso de destrucción. Esto se debería a que en todos los sitios el modo de perturbación ha sido de tipo artesanal y no industrial (Aschmann y Bahre 1977). En Cerro de la Campana el impacto humano ha sido mayor, debido a su cercanía a los centros más poblados de Chile. Las actividades mineras en este cerro sin duda habrían tenido efectos importantes tales como la corta de árboles para combustible y soporte de los túneles de la mina. Esta actividad persiste hasta hoy, a pesar que el área está protegida como Parque Nacional desde 1967. El bosque de Alto de Cantillana muestra menores efectos de intervención que el de La Campana, como se deduce del menor porcentaje de árboles de tocón (Tabla 2). Quebrada del Roble es, tal vez, la localidad más inaccesible de todas las que fueron muestreadas. El bosque consiste en unos pocos árboles muy viejos que se encuentran en el fondo de una quebrada de pendientes pronunciadas. Aunque la mayoría de los árboles tenían varios troncos desde la base (Tabla 2), es improbable que se deba a que hayan sido cortados, debido a la inaccesibilidad del lugar y a la elevada edad de los individuos (ver más adelante). Sierras de Bellavista es la localidad más apartada de un asentamiento humano o camino público. Sólo se puede alcanzar por un sendero, a cinco horas de camino del poblado más cercano. En el verano, es común ver una pequeña cantidad de ganado vacuno en áreas vecinas al bosque, donde existen empastadas naturales. Sin embargo, aparte de la presencia de algunos senderos dentro del bosque, no se observan evidencias de árboles cortados o quema. Las áreas

muestreadas en las localidades de Baños de Chillán y Bío-Bío se encuentran ubicadas cerca de caminos, siendo por lo tanto las de más fácil acceso. El grado de perturbación humana habría sido mayor en Baños de Chillán que en Bío-Bío, como se aprecia al comparar la proporción de árboles de tocón (Tabla 2).

TABLA 2 Porcentajes de cobertura por estrato, densidad y proporción de individuos de tocón de *Nothofagus obliqua* en cada localidad estudiada.

Localidades	Estrato Arbóreo		Estrato Arbustivo		Número de individuos/100m ²			% Indiv. de tocón
	% Cobertura <i>N. obliqua</i>	Cobertura absoluta Total	% Area descubierta	Cob. Abs. Total	% Area descubierta	Densidad Adultos	Densidad Juveniles	
Cerro de la Campana								
\bar{X}	86	89	11	81	19	14.2	0	0
rango	66-99	66-100	0-34	51-95	5-49	5-32		
Alto de Cantillana								
\bar{X}	66	69	31	85	15	9.9	0.9	2.4
rango	46-82	49-95	5-51	63-93	7-37	5-24	0-5	0-11
Quebrada del Roble								
\bar{X}	79	93	7	93	7	3.0	0	0
rango	44-95	75-100	0-25	53-100	0-47	1-7		
Sierras de Bellavista								
\bar{X}	96	96	4	58	42	12.0	0.7	66.0
rango	86-100	86-100	0-14	40-81	19-60	8-18	0-3	5-146
Baños de Chillán								
\bar{X}	69	82	18	84	16	16.2	4.4	45.0
rango	25-96	46-96	4-54	57-99	1-43	8-35	1-15	0-206
Bfo-Bfo								
\bar{X}	74	90	10	67	33	6.2	0.3	5.9
rango	26-99	70-99	1-30	46-87	13-54	3-10	0-2	0-37

* En su mayoría árboles con varios troncos que nunca han sido cortados

METODOS

1. Estudio Demográfico

1.1. Relación entre edad y diámetro de los troncos.

En cada localidad estudiada (Tabla 3) se extrajeron testigos de un número de individuos de *N. obliqua*, elegidos al azar, que va riaba entre 116 y 41. Los testigos se extrajeron mediante taladros de incremento (Forestry Suppliers, Inc., USA) y, al mismo tiempo, se midió el perímetro a la altura del pecho (ca. 1.25 m sobre el suelo) de cada individuo.

Las edades de los árboles se determinaron contando los anillos de crecimiento de los testigos, bajo una lupa estereoscópica Wild M7A (x60-310). Para comprobar la anualidad de los anillos de crecimiento se siguió el siguiente procedimiento: Debido a que el inicio del crecimiento, cada primavera, está marcado por la presencia de cicatrices de las yemas laterales, las que permanecen visibles en la rama por varios años, se reunieron ramas (N = 20-25, por población) con por lo menos tres intervalos de crecimiento. En el laboratorio se procedió a realizar una serie de cortes gruesos en la zona del tallo correspondiente a cada intervalo de crecimiento, los que fueron montados en agua. Contando el número de anillos en cada intervalo bajo un microscopio Nikon Type 102 (x100), se comprobó la anualidad de los anillos de crecimiento de los robles en las po blaciones estudiadas.

TABLA 3 : Número de testigos usados en las regresiones
edad vs. DAP

Localidad	Número de testigos extraídos	Número de testigos útiles para las regresión **
Cerro de la Campana *	116	82
Alto de Cantillana	48	31
Quebrada del Roble *	81	30
Sierras de Bellavista	62	48
Baños de Chillán	41	30
Bío - Bío	66	43

* Todas las muestras correspondían al tronco de mayor DAP en individuos de tocón

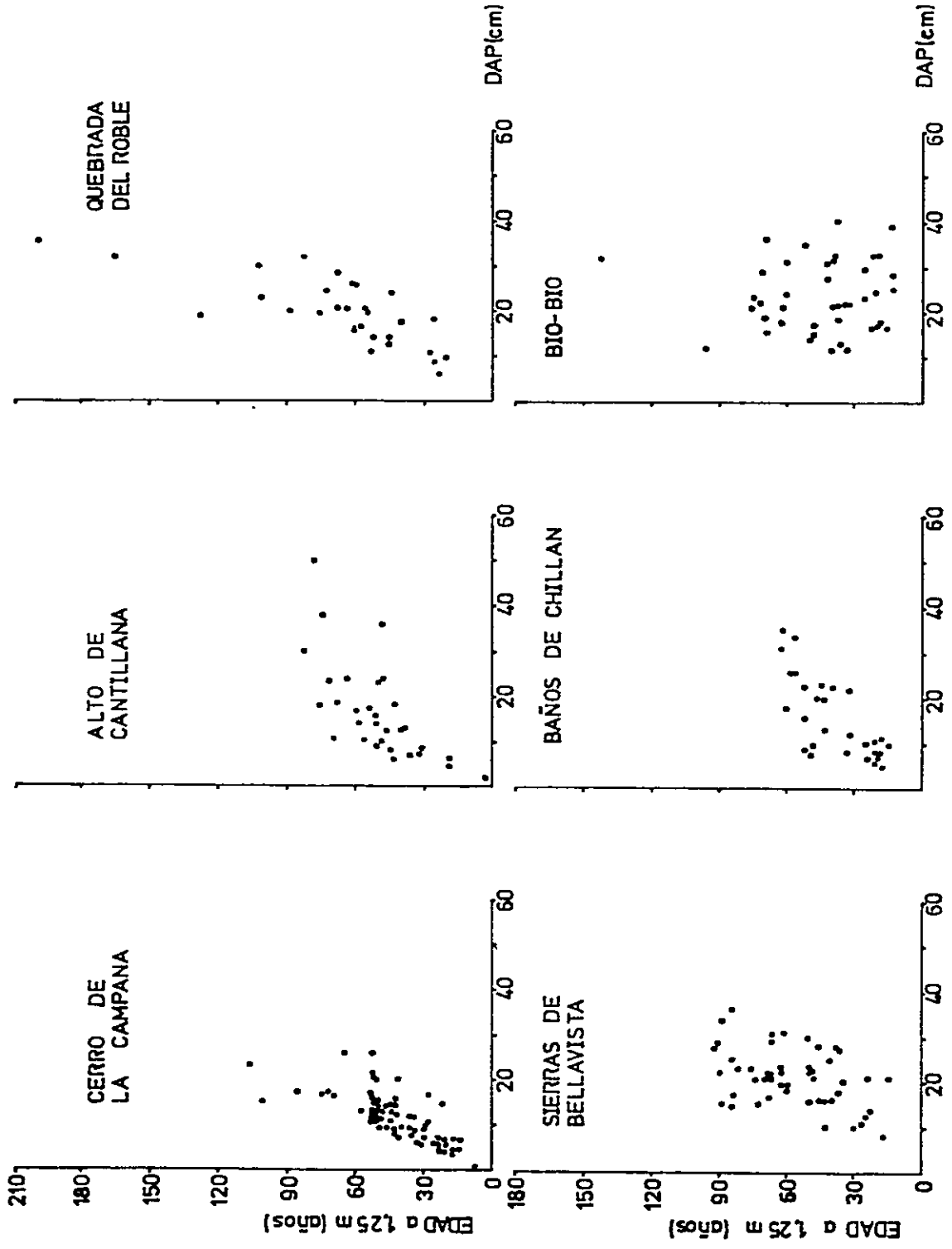
** Se descartaron los testigos con madera podrida, y las muestras mal sacadas (ver Métodos)

Para contar los anillos en los testigos, se limpió la superficie con un cuchillo cartonero, lavándolos después con agua. No fue necesario emplear métodos de tinción (por ej., floroglucinol), puesto que los anillos eran claramente detectables con el procedimiento descrito. Todos aquellos testigos que no alcanzaban a pasar por el centro del árbol fueron eliminados del análisis. También fueron descartados los testigos con madera podrida y aquéllos en los que no se pudo ver claramente los anillos en ciertas partes.

Para establecer si existía una relación entre la edad y el tamaño del tronco de los árboles, se calcularon las regresiones entre los números de anillos (edad) de los testigos y el diámetro (perímetro dividido por π) a la altura del pecho (DAP) de cada individuo (Fig. 4). La existencia de una relación significativa entre la edad y el tamaño de los troncos validó el uso de las distribuciones de los tamaños de los árboles para estudiar la dinámica de las poblaciones.

En la Tabla 4 se presentan las ecuaciones de regresión para cada población estudiada. Aunque se calculó el ajuste a tres tipos de funciones (lineal, exponencial y de potencia), sólo se muestran las ecuaciones que presentaron los coeficientes de correlación más altos en cada localidad. Todas las correlaciones fueron positivas y significativas ($P < 0.05$), con la excepción de la población de Bío-Bío. La presencia de individuos suprimidos (debido a sombreamiento) sería la causa de la baja correlación entre edad y DAP. En las localidades de Cerro de la Campana y Quebrada del Roble se determinó la relación entre edad y DAP de los brotes de mayor diámetro de árboles que se ramificaban desde la base, debido a la escasez de árboles de semilla (Tabla 2). En ambos

F I G U R A 4 Curvas de regresión entre los números de ánillos de los testigos y los DAP de los árboles, para cada localidad. En los casos de Cerro de la Campana y Quebrada del Roble se usaron individuos de tocón, mientras que en las demás localidades se incluyeron sólo árboles de semilla.



casos los coeficientes de correlación fueron significativos ($P < 0.05$). En los casos de Alto de Cantillana, Sierras de Bellavista, Baños de Chillán y Bío-Bío, en donde la proporción de individuos de tocón es menor (Tabla 2), se utilizaron sólo los testigos y diámetro de árboles originados de semillas.

1.2. Distribución de DAP y estado demográfico de las poblaciones.

Para cada población estudiada se determinaron las distribuciones de DAP de los individuos, agrupándolos en clases de 10 cm de DAP, comenzando desde los 5 cm. Los individuos cuyo DAP era menor de 5 cm y cuya altura era mayor de 1.25 m fueron incluidos en una clase denominada "juveniles". Esta clase incluye individuos cuya edad estimada a la altura del pecho era generalmente menor de 30 años, de acuerdo a las ecuaciones de la Tabla 4. En los estudios demográficos de árboles es común el uso de estas categorías de tamaños (Veblen et al. 1981).

En el análisis de distribución de DAP se consideraron todos los árboles mayores de 1.25 m de altura presentes dentro de parcelas de muestreo de 10 x 10 m (una por cada estación altitudinal). Se incluyen además los árboles usados en las regresiones tamaño-edad. En las localidades de Cerro de la Campana y Quebrada del Roble, la distribución de DAP de los brotes de tocón, se utilizó con el fin de descubrir si existía algún patrón temporal en el modo de perturbación a que están sujetas las poblaciones de roble.

Para caracterizar el estado demográfico de las poblaciones estudiadas, se determinó el ajuste de las estructuras de DAP al modelo de

TABLA 4 : Resultado de las regresiones de los números de anillos de los testigos versus el DAP de los árboles, para cada población estudiada.

Localidad	N	r^2	Ecuación
Cerro de la Campana ¹	82	0.598**	$Y = 16.976 e^{0.071 X}$
Alto de Cantillana	31	0.637**	$Y = 6.836 X^{0.726}$
Quebrada del Roble ¹	30	0.640**	$Y = 18.395 e^{0.058 X}$
Sierras de Bellavista	48	0.183**	$Y = 27.365 e^{0.030 X}$
Baños de Chillán	30	0.549**	$Y = 17.284 + 1.368 X$
Bío-Bío	43	0.044 n.s.	-

** $p < 0.05$; n.s. no significativo

1 Las regresiones fueron calculadas con los individuos de tocón únicamente, debido a la alta proporción de éstos en las dos localidades. En las demás localidades se consideraron solamente los árboles de semilla.

potencia propuesto por (Hett y Loucks 1976). Para ello se calcularon las regresiones de las frecuencias de individuos en los puntos medios de cada clase de tamaño, usando una transformación doble-logarítmica (ver también Veblen et al. 1980, Veblen 1985b; Donoso et al. 1984). La fórmula usada es:

$$Y = a X^{-b}$$

donde Y es la frecuencia de individuos en una determinada clase de edad (o tamaño) y X es el punto medio de la clase de edad (o tamaño) (Hett y Loucks 1976). Un ajuste significativo a este modelo implica que la población presenta regeneración continua. Es decir, los individuos jóvenes serían los más abundantes en la población (Fig. 1).

1.3. Muestreo de plántulas de *Nothofagus obliqua*

Con el fin de contar el número de plántulas (individuos < 1.25 m de altura), se revisó cuidadosamente el terreno de cada parcela de 10 x 10 m, en cada localidad. En la mayoría de las plántulas era posible observar las cicatrices de actividad anual de la yema apical. Por lo tanto, para determinar la edad de las plántulas, se contó en terreno el número de intervalos de crecimiento delimitados por las cicatrices. En algunos casos no fue posible observar las cicatrices, por lo que se cortaron los individuos a nivel de la base, y en el laboratorio, se contó el número de anillos de crecimiento en cortes a mano alzada. Los individuos fueron agrupados en tres categorías de edad: menores de 5 años, entre 5 y 20 años y, mayores de 20 años.

1.4. Evaluación del impacto de la intervención humana.

La intervención humana puede afectar la estructura y composición del bosque a través de la corta selectiva de árboles, lo cual disminuye la cobertura del dosel (estrato arbóreo). La apertura del bosque puede favorecer la regeneración (germinación e implantación de nuevos individuos), a través del aumento de la luminosidad en el soto bosque. *N. obliqua* ha sido descrita como una especie intolerante a la sombra (Veblen et al. 1979), y, por lo tanto, su crecimiento y regeneración sería favorecido por la apertura del dosel. Por otro lado, la apertura del dosel arbóreo puede provocar un aumento de la cobertura del estrato arbustivo, debido a la invasión por especies colonizadoras o al aumento del renuevo de árboles y arbustos. Esto tendría como consecuencia una disminución de la luminosidad, así como de otros recursos del ambiente, para las plántulas. Por lo tanto, se podría esperar un descenso de la tasa de regeneración de *N. obliqua*, en respuesta a la apertura del dosel. *

Con el fin de investigar si los efectos de la intervención humana, medidos en términos de la apertura del dosel arbóreo y del porcentaje de individuos que corresponden a brotos de tocón en una población (Tabla 2), afectaba la regeneración de *Nothofagus obliqua*, se estudiaron las siguientes relaciones: (1) área abierta en el dosel vs. cobertura total en el estrato arbustivo, (2) área abierta en el dosel vs. densidad de individuos juveniles de *N. obliqua*, (3) área abierta en el dosel vs. densidad de plántulas de roble, (4) porcentaje de individuos de tocón vs. densidad de plántulas y, (5) porcentaje de individuos de

tocón vs. densidad de juveniles. Mediante este análisis se intentó de terminar si las diferencias en los niveles de regeneración entre poblaciones de debían a diferencias ambientales independientes del impacto humano.

El hecho que estas pruebas resulten negativas, sin embargo, no des carta completamente el que algunas formas de intervención humana (e.g., la presencia de ganado) tengan algún efecto sobre la regeneración del roble. En general, factores tales como la edad, frecuencia y tipo de perturbación no pueden ser precisados , por lo que no puede descartarse terminantemente su posible influencia sobre la dinámica de las poblacio nes.

2. Estudio Florístico

Con el fin de evaluar efectos a nivel comunitario de los cambios demográficos de las poblaciones de *Nothofagus obliqua* a lo largo de su distribución, se realizó un análisis comparativo de la estructura florística y distribución de abundancia de especies entre localidades. A continuación se describe el muestreo y tratamiento de los datos para llevar a cabo el análisis de la vegetación de los bosques en las seis localidades estudiadas. Solamente las plantas vasculares autóctonas se consideraron en el análisis (Apéndice 4).

2.1. Muestreo

El muestreo de la vegetación se realizó en parcelas de 10 x 10 m distribuidas en toda el área de bosque en cada una de las seis localidades (Tabla 1). Se consideró adecuado utilizar un tamaño de parcela de 100 m² para medir cobertura de follaje en comunidades boscosas (Villagrán et al. 1980). En cada parcela se determinó la exposición y pendiente general (Tabla 1).

La metodología utilizada para la determinación del valor de importancia (considerado como la contribución relativa de una especie a la comunidad, según Barbour et al. 1980), fue distinta según el estrato vegetal considerado. En el estrato superior (arbóreo - arbustivo), se cuantificaron los valores de importancia en base a la cobertura (área de la parcela cubierta por el follaje), mientras que para el estrato herbáceo se utilizaron valores de frecuencia.

2.2. Medición de cobertura

Se entiende por cobertura relativa de una especie el porcentaje que corresponde a ésta, con respecto a la suma de las coberturas de todas las plantas en un área dada. De esta manera la cobertura relativa siempre suma 100%, aún cuando la cobertura absoluta total sea baja (Barbour et al. 1980). Se eligió la cobertura para cuantificar la importancia de especies arbóreas y arbustivas, puesto que permite comparar su contribución relativa aún en aquellos casos en que no es posible distinguir individuos separados (Whittaker 1965). Además esta medida tiene mayor significado ecológico que otras, porque se correlaciona mejor con la biomasa vegetal que el número de individuos, por ejemplo (Mueller-Dombois y Ellenberg 1974; Whittaker 1965).

En terreno, se mapeó cada parcela de 10 x 10 m usando el método de intercepto-punto basado en Mueller-Dombois y Ellenberg (1974). Para ello se registraron las especies que interceptaban una red de puntos separados cada 1 m en la parcela, en dos estratos: arbóreo (superior a 3 m de altura) y arbustivo (entre 0.5 y 3 m de altura). Posteriormente, asignando el valor 1 m^2 a cada punto registrado, se determinó la cobertura absoluta de las especies sumando el número de puntos en que se encontraba presente, considerando cada estrato por separado. Se calculó la cobertura relativa de cada especie en las parcelas, considerando su aporte a los estratos arbóreo y arbustivo. Para ello se utilizó la fórmula:

$$C_i = \frac{\sum_h x_{ih} \cdot x_h}{\sum_{ih} x_{ih} \cdot x_n} \cdot 100$$

en donde C_i es la cobertura relativa de la especie i , x_{ih} es la cobertura absoluta de la especie i en el estrato h , y x_h es la contribución relativa del estrato h a la cobertura total de todos los estratos considerados en la parcela (Armesto y Martínez 1978).

2.3. Medición de frecuencia

La importancia de las especies en el estrato herbáceo (inferior a 0.5 m de altura), fue cuantificada en base a valores de frecuencia. La frecuencia es la probabilidad de encontrar a una especie en particular, dentro de un área de muestreo dada, en un intento cualquiera (Greig-Smith 1983). Se registraron todas las especies del estrato herbáceo, incluyendo a las plántulas de las especies leñosas (individuos 0.5 m de altura), presentes en diez cuadrados de 1 m^2 cada uno, ubicados al azar dentro de la parcela de $10 \times 10 \text{ m}$, en cada estación de muestreo (Tabla 1). La frecuencia de una especie se expresó como el porcentaje del número de cuadrados en que se encontraba presente.

2.4. Definición de Elementos Fitogeográficos

La flora leñosa asociada al roble en las seis localidades de estudio, fue asignada a cinco categorías distintas (Tabla 5), de acuerdo a la distribución geográfica de dichas especies y/o a su pertenencia característica a las formaciones vegetacionales descritas en la literatura para Chile Central y Sur. Esta clasificación tuvo el propósito de poder comparar la contribución relativa, en número de especies y cobertura, de cada uno de estos elementos florísticos a la vegetación de cada localidad estudiada.

TABLA 5 : Clasificación de las especies leñosas del bosque de *Nothofagus obliqua* de acuerdo a elementos fitogeográficos

I Elemento Esclerófilo (E)

Azara celastrina
Cryptocarya alba
Escallonia pulverulenta
Kageneckia oblonga
Lithrea caustica
Myrceugenia obtusa
Peumus boldus
Quillaja saponaria
Schinus latifolius
Schinus velutinus

II Elemento Relicto (R)

Adenopeltis serrata
Azara integrifolia
Azara petiolaris
Berberis actinacantha
Citronella mucronata
Cynanchum pachyphyllum
Dasyphyllum excelsum
Diplolepis menziesii
Lardizabala biternata
Luma chequen
Proustia pyrifolia
Senecio yegua

III Elemento Valdiviano (V)

Aextoxicon punctatum
Azara lanceolata
Boquila trifoliolata
Cissus striata
Embothrium coccineum
Gevuina avellana
Lapageria rosea
Lomatia dentata
Lomatia hirsuta
Luma apiculata
Myrceugenia planipes
Nothofagus dombeyi
Persea lingue
Podocarpus saligna
Rhaphitamnus spinosus

IV Elemento de Margen de Bosque (M)

Aristotelia chilensis
Baccharis bezanilleana
Baccharis concava
Baccharis racemosa
Baccharis rhomboidalis
Baccharis sp.
Berberis buxifolia
Berberis darwinii
Chusquea cumingii
Cissarobryon elegans
Colletia spinosa
Corynabutilon vitifolium
Escallonia rubra

Eupatorium glechonophyllum
Eupatorium salvia
Gaultheria phillyreifolia
Gochnatia foliolosa
Jovellana punctata
Lobelia excelsa
Maytenus boaria
Muehlenbeckia hastulata
Mutisia ilicifolia
Mutisia latifolia
Mutisia spinosa
Mutisia aff. *subulata*
Mutisia sp.
Myoschilos oblonga
Podanthus ovatifolius
Ribes punctatum
Ribes trilobum
Satureja gilliesii
Schinus polygamus
Senna stipulacea
Solanum cyrtopodium
Solanum ligustrinum
Sophora macrocarpa

V Elemento de Transición (T)

Berberis congestiflora
Berberis montana
Calceolaria glabrata
Chuquiraga oppositifolia
Chusquea culeou
Ephedra andina
Fabiana imbricata

Guindilia trinervis
Kageneckia angustifolia
Maytenus chubutensis
Maytenus magellanica
Mulinum cuneatum
Mutisia decurrens
Nothofagus alpina
Nothofagus pumilio
Pernettya poeppigii
Prumnopitys andina
Ribes gayanum
Ribes magellanicum
Schinus montanus
Schinus patagonicus

La categoría "Elemento Esclerófilo" incluyó las especies características de la formación de bosque esclerófilo descrita por Oberdorfer (1960) como Clase *Lithraeo-Cryptocaryetea*. Estas especies se encuentran principalmente en la zona central de Chile (entre 32° y 35°S, aproximadamente), disminuyendo paulatinamente su número hacia el sur, sin sobrepasar los 40°S. La categoría de "Elemento Relicto" incluyó todas aquellas especies que habitan sólo ambientes húmedos de la costa de la zona central y que no están presentes en los bosques con *Nothofagus* del sur de Chile. Las especies propias de la formación de bosque laurifolio del sur de Chile, incluidas por Oberdorfer (1960) en la Clase *Wintero-Nothofagetea*, fueron clasificadas en una tercera categoría, denominada "Elemento Valdiviano". Este grupo de especies es característico de los bosques más termófilos del sur de Chile (bosque laurifolio Valdiviano, Oberdorfer 1960), distribuidos preferentemente entre 38° y 42°S en sectores de menor altitud; algunos taxa penetran también aisladamente en los bosques más húmedos de la costa de la Zona Central. La categoría "Elemento de Margen de Bosque" incluyó a las especies que crecen en los bordes de los bosques laurifolios tanto del centro como del sur de Chile, pero que raramente se encuentran en el interior de los mismos. La categoría es heterogénea e incluye distintos grupos de especies. Algunos de los taxa incluidos en esta categoría son especies xerofíticas pertenecientes a las formaciones de matorral semi-desértico del Norte Chico de Chile (e.g., *Eupatorium sálvia* y *Senna stipulacea*). Una proporción alta de especies de este grupo son deciduas de verano propias del margen del bosque esclerófilo de Chile Central (e.g., *Podanthus ovatifolius* y *Gochnatia foliolosa*). Finalmente, se incluyó también en esta categoría

aquellos taxa de distribución amplia presentes en márgenes de bosque del sur del país (e.g., *Myoschilos oblonga* y *Escallonia rubra*) y especies que tienen el carácter de colonizadoras (e.g., *Aristotelia chilensis*). La quinta categoría, "Elemento de Transición", incluye a las especies leñosas del límite altitudinal superior del bosque de la zona central y del sur de Chile.

La clasificación de la flora leñosa acompañante en las cinco categorías nombradas, fue realizada consultando las listas de especies de Oberdorfer (1960), Villágran y Armesto (1980) y Veblen y Schlegel (1982). Se consultaron también algunas floras regionales para definir los rangos de distribución de las especies (Navas 1976; 1979; Hoffman 1978; 1982; Muñoz 1980; Rodríguez et al. 1983). Las especies hemiparásitas como *Tristerix tetrandus*, *Desmaria mutabilis* y *Misodendron linearifolium*, fueron marginadas de este análisis, debido a que el determinante de su presencia en una población en particular es el hospedante (la especie de árbol o arbusto parasitado), y no el ambiente directamente. También se excluyó a *Nothofagus obliqua*, presente en todos los sitios de estudio, porque el análisis se refiere a las especies acompañantes.

Una vez determinadas las especies pertenecientes a los diferentes Elementos Fitogeográficos presentes en cada bosque, se procedió a cuantificar la importancia de cada Elemento. Se consideró el número de especies y la suma de sus coberturas relativas en cada Elemento Fitogeográfico y, posteriormente se compararon las localidades por medio del índice de diversidad de Shannon-Wiener:

$$H' = - \sum_{i=1}^N p_i \cdot \ln p_i$$

en donde H' es el índice de diversidad (Shannon y Weaver 1949), p_i es la proporción del número de especies, o bien de la cobertura relativa, que pertenece al Elemento Fitogeográfico i , y N es el número total de Elementos Fitogeográficos presentes en cada localidad.

2.5. Distribución de abundancias

En una comunidad las especies están representadas en forma desigual, es así como hay un número generalmente bajo de especies dominantes, un número mayor de especies con valores intermedios de importancia y algunas especies raras. Al ordenar las especies desde la de mayor valor de importancia relativa, a la menor se forma una progresión contínua desde las más dominantes, pasando por las intermedias, hasta las especies raras (Whittaker 1965; 1975). La Fig. 5 es una representación de este ordenamiento, que se conoce como curvas de dominancia-diversidad, o curvas de valor de importancia (Whittaker 1975). En estas curvas se grafica la importancia relativa de las especies en escala logarítmica en las ordenadas, y su posición en la secuencia de especies desde el valor de importancia mayor al menor, en la abscisa.

Con el fin de detectar diferencias en los patrones de abundancia de las especies en las distintas localidades estudiadas, se confeccionaron curvas de dominancia-diversidad en base a las coberturas relativas promuedio (para los estratos arbóreo-arbustivo) y frecuencia relativa (estrato herbáceo). Además, para cuantificar estas diferencias se calculó el índice de equitabilidad para cada una de estas curvas:

$$E_c = \frac{S}{\log n_1 - \log n_s}$$

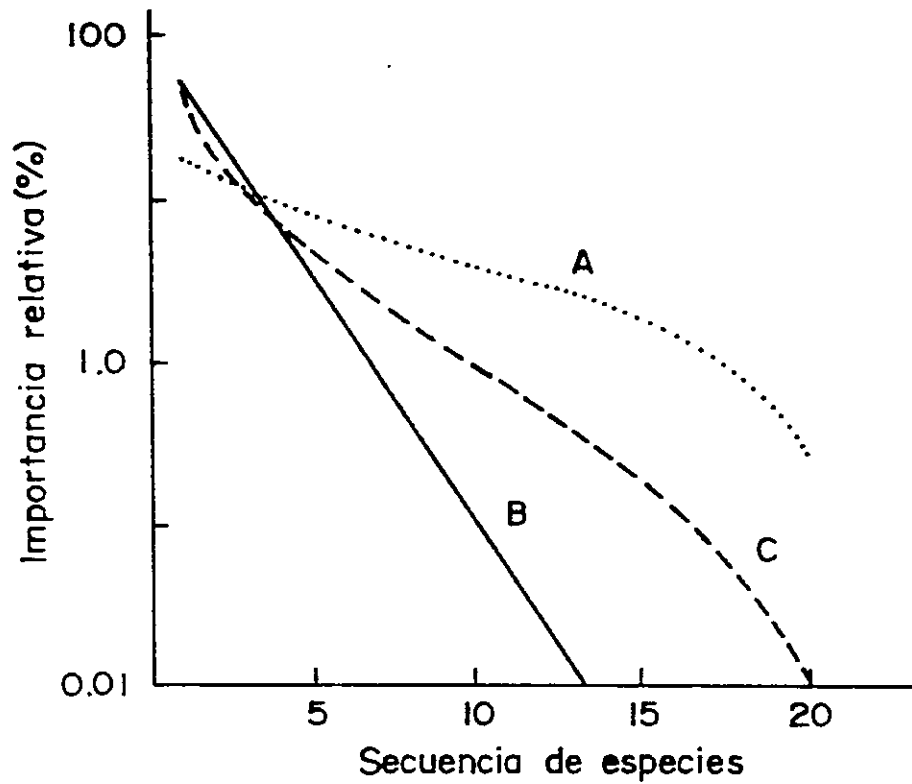


FIGURA 5. Curvas teóricas de dominancia-diversidad, según tres modelos: A. Modelo de división al azar de los nichos, o distribución de MacArthur. B. Serie geométrica. C. Distribución log-normal (Whittaker 1975).

en que E_c es el índice de equitabilidad, S es el número de especies considerado, n_1 y n_s son los valores de importancia de la especie más y menos común, respectivamente. Este índice es una medida de la pendiente de la curva dominancia-diversidad (Whittaker 1975), y un valor mayor indica que especies adyacentes en la secuencia exhiben valores de importancia similares. La equitabilidad está correlacionada positivamente con la diversidad de especies (Whittaker 1975), de manera que puede ser usada como una medida de diversidad. Este análisis se realizó por separado, en los sectores alto y bajo del gradiente altitudinal de los bosques de Cerro de la Campana, Alto de Cantillana, Baños de Chillán y Bío-Bío.

2.6. Análisis multivariado de la flora de los bosques de *Nothofagus obliqua*

El tratamiento de los datos usado aquí permite describir y comparar las comunidades de *N. obliqua* por separado. El análisis del conjunto de datos de los bosques estudiados, resumiendo y ordenando la información, permite estudiar la variación florística entre localidades.

Se recurrió a una técnica multivariada de ordenación para revelar la organización o estructura de la vegetación en los bosques comparados. Los métodos de ordenación representan las relaciones entre las muestras y entre las especies tan fielmente como es posible en un espacio de pocas dimensiones. El análisis se inicia confeccionando una matriz de especies-muestras (Gauch 1982). El siguiente paso consiste en construir matrices secundarias de disimilitud entre especies y entre muestras, usando alguna

medida de disimilitud. Los valores de disimilitud pueden proyectarse en dos espacios, uno para las muestras y otro para las especies (Gauch 1982). Si algunas combinaciones de abundancias de especies son más frecuentes o posibles que otras, los puntos que representan a las muestras aparecen concentrados en algunos sectores y direcciones. Análogamente, los puntos que representan a las especies también pueden exhibir una organización, debido a asociaciones de éstas. Los ejes de disimilitud pueden ser interpretados por asociación con variables del gradiente ambiental.

En este trabajo el método de ordenación utilizado es el Análisis Factorial de Correspondencias (AFC), desarrollado por Benzécri (1969; 1973), y se discute en Gauch (1982) y Greig-Smith (1983) con el nombre de Promedios Recíprocos. El método se basa en el cálculo de promedios ponderados calculados automáticamente mediante iteraciones para construir la matriz de disimilitud. De esta manera se ordenan las muestras y las especies simultáneamente.

Se construyó una matriz de especies-muestras usando datos de presencia-ausencia de especies, asignando un valor 1 a las especies presentes en una parcela determinada y un valor 0, a las ausentes. Se incluyeron todas las parcelas (62 en total) de todas las localidades, y todas las especies de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo presentes en más de tres parcelas, en el total de poblaciones estudiadas (97 especies). Las especies raras, presentes en tres o menos parcelas, fueron eliminadas ya que aportan una proporción muy baja de información o varianza total. Además, el análisis puede dar gran importancia a las especies raras, obscureciendo así el estudio de las tendencias generales (Gauch 1982).

Para llevar a cabo el análisis se usó el programa TABET de Benzécri en el computador central del Servicio de Computación e Informática de la Universidad de Chile.

RESULTADOS

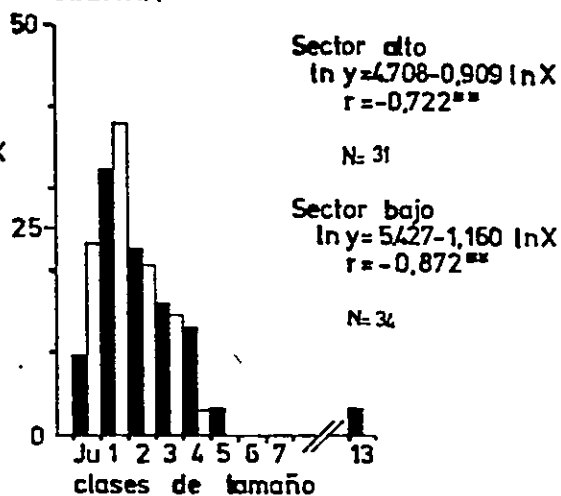
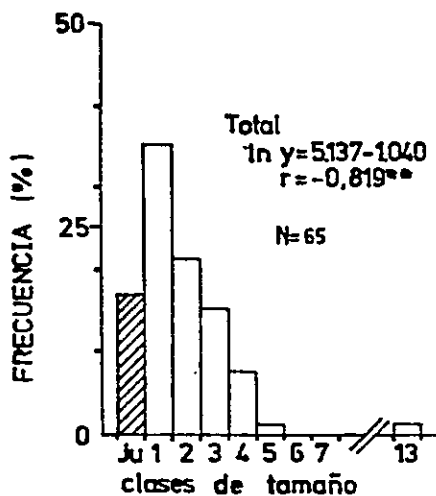
1. Estudio Demográfico

1.1. Distribución de DAP y estado demográfico de las poblaciones

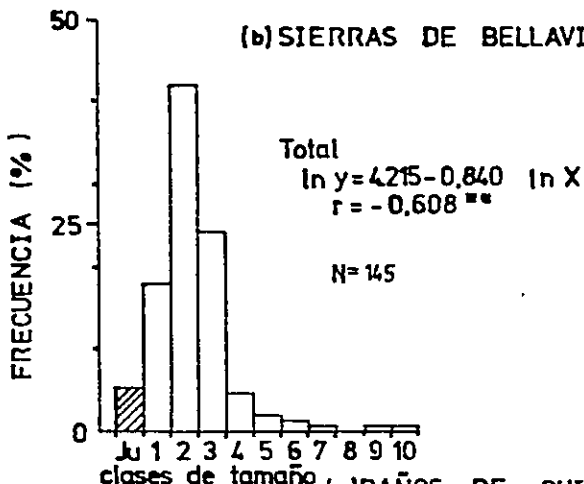
En la Fig. 6 se observan las tendencias latitudinales y altitudinales en las estructuras de DAP de las poblaciones en donde las proporciones de individuos intactos eran más altas (Alto de Cantillana, Sierras de Bellavista, Baños de Chillán y Bío-Bío). Se observaron tres tipos diferentes de distribución de DAP: (1) con alta proporción de juveniles y buen ajuste al modelo de potencia; (2) con menor cantidad de juveniles, manteniendo un buen ajuste al modelo de potencia; (3) con muy pocos individuos en las dos primeras clases de edad, y ajuste pobre o no significativo al modelo de potencia. Cabe hacer notar que para la población de Bío-Bío, en donde había una proporción baja de individuos de tocón (Tabla 2), la correlación entre DAP y número de anillos no resultó significativa (Tabla 4), por lo que la distribución de DAP no es directamente homologable con una distribución de edades.

La población de Alto de Cantillana exhibe una proporción mayor de individuos entre 5 y 15 cm DAP, disminuyendo gradualmente el número de individuos de mayores tamaños (Fig. 6a). El porcentaje de individuos juveniles en Alto de Cantillana (> 5 cm DAP y < 1.25 m de altura) es menor que en las dos clases siguientes de DAP. Los individuos juveniles representan una mayor proporción de la población en el sector bajo

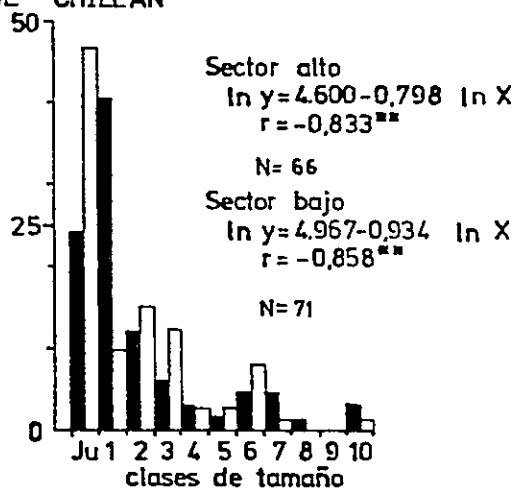
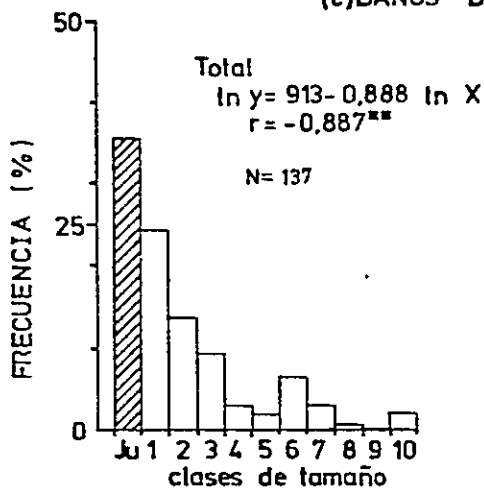
FIGURA 6 Distribución de DAP y ajustes al modelo de potencia de las poblaciones de *Nothofagus obliqua*. Se usaron clases de 10 cm de DAP, a partir de los 5 cm. Los individuos con DAP < 5 cm fueron incluidos en la clase juveniles (Ju). ▨ juveniles, ■ sector alto, □ sector bajo. (*, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; n.s., no significativo).



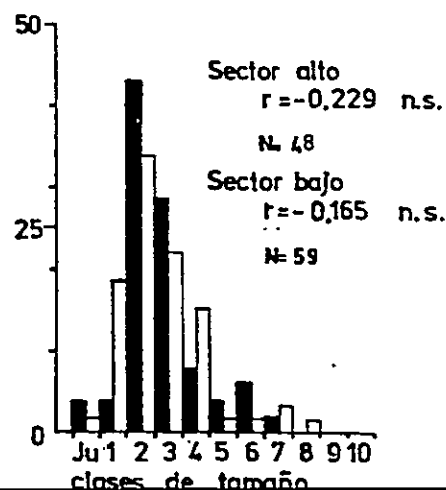
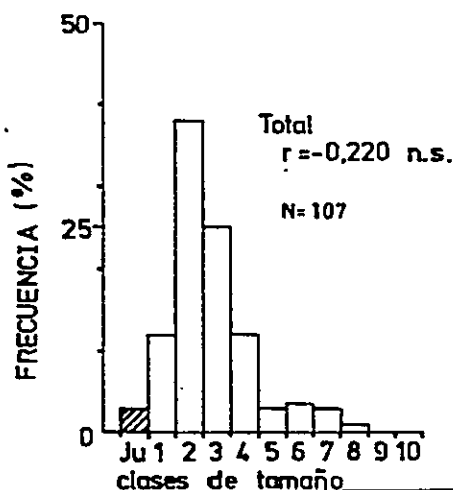
(b) SIERRAS DE BELLAVISTA



(c) BAÑOS DE CHILLAN



(d) BIO-BIO



del gradiente altitudinal de Alto de Cantillana (Fig. 6a), mientras que no se observan diferencias tan marcadas con la altitud en las demás clases de tamaños.

En Sierras de Bellavista se observa una fracción notoriamente baja de individuos en las dos primeras clases de tamaños (Fig. 6b). La clase modal de la población corresponde a un DAP entre 15 y 25 cm, disminuyendo bruscamente la proporción de individuos sobre los 35 cm DAP, a diferencia de Alto de Cantillana en donde la disminución es más gradual. La proporción de individuos con un DAP >35 cm es de 10.2%.

La población de Baños de Chillán exhibe la proporción más alta de individuos en la clase juveniles, siendo ésta la mayor entre las poblaciones comparadas (Fig. 6c). Las demás clases de tamaño están progresivamente menos representadas con un segundo aumento de frecuencia entre 55 y 75 cm DAP. Tal como en Alto de Cantillana (Fig. 6a), la proporción de juveniles es mayor en el sector bajo del gradiente altitudinal; sin embargo los individuos entre 5 y 15 cm DAP son más frecuentes en el sector alto (Fig. 6c).

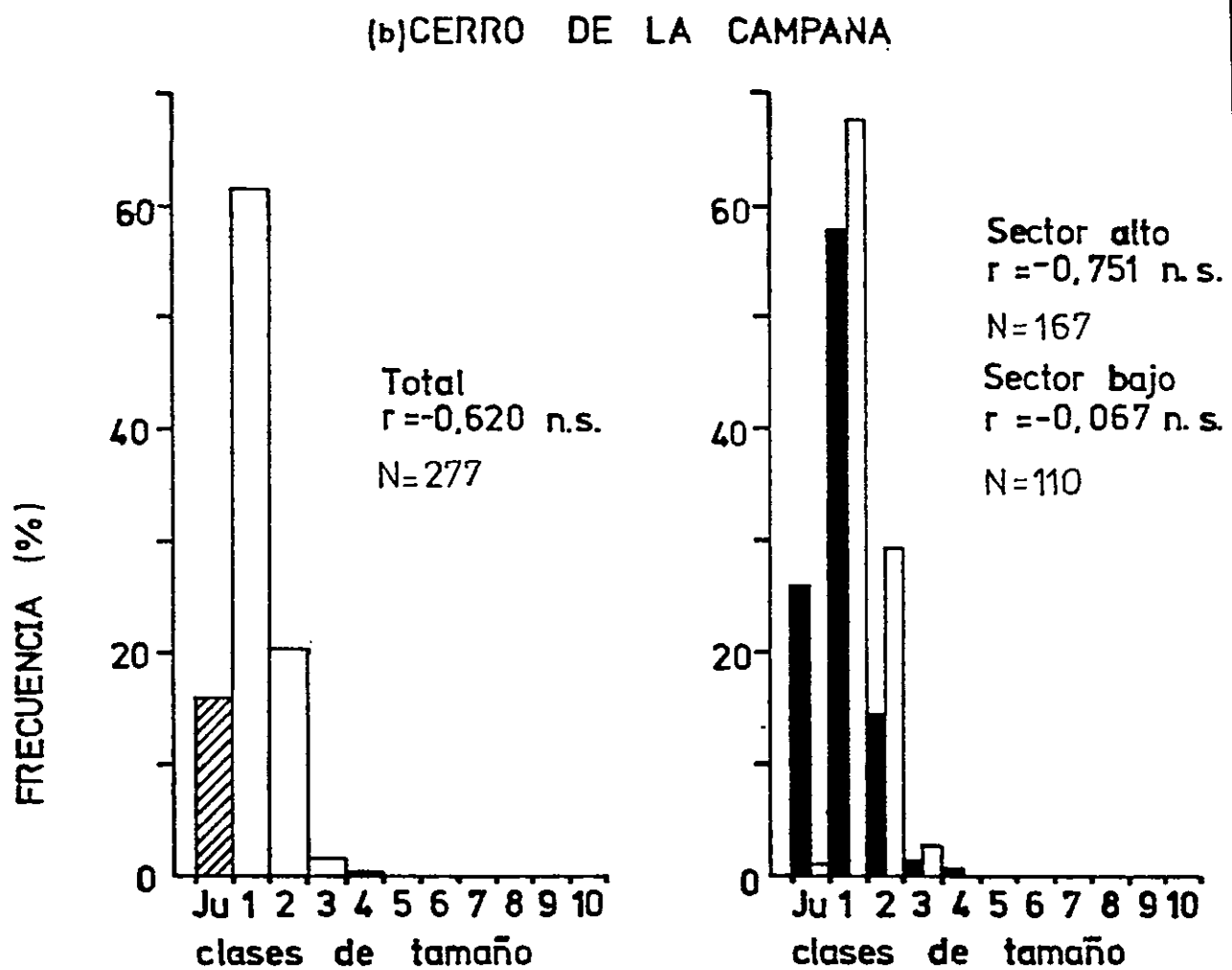
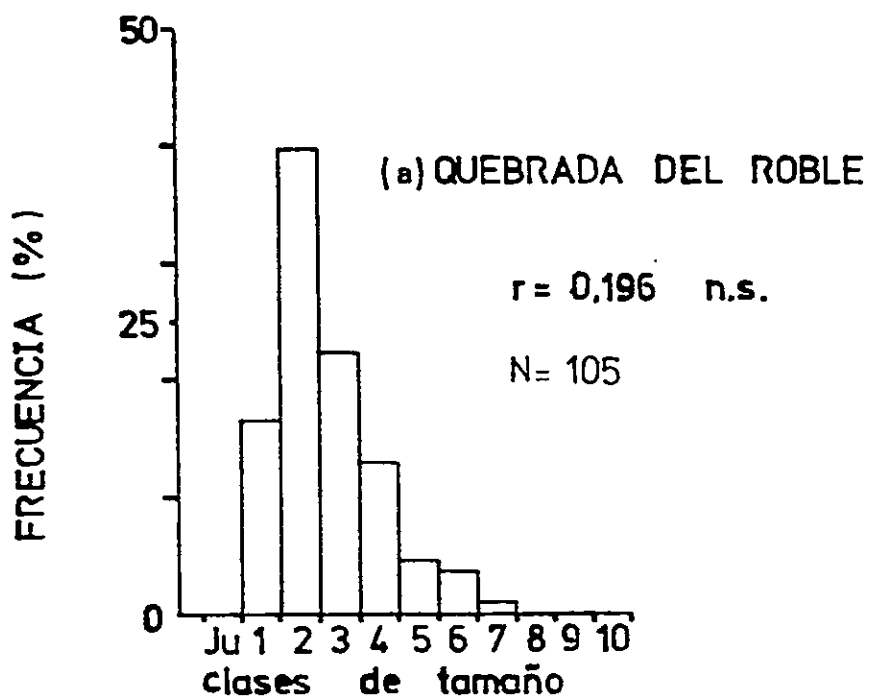
En la población de Bío-Bío, la distribución de DAP no puede ser analizada análogamente a las otras poblaciones, porque no había correlación significativa entre DAP y edad (Tabla 4). Sin embargo, es posible destacar que la representación de individuos con DAP <5 cm es notoriamente más baja (Fig. 6d), en comparación con el resto de las clases de DAP. Este grupo incluiría mayoritariamente a los árboles de menor edad, así como algunos individuos suprimidos de más edad.

Las poblaciones de Alto de Cantillana, Sierras de Bellavista y Baños de Chillán presentan ajustes significativos (Fig. 6) al modelo de potencia (Hett y Loucks 1976). El valor del coeficiente de correlación fue más alto para la población de Baños de Chillán (Fig. 6c), como consecuencia de la predominancia de individuos jóvenes. El valor más bajo del coeficiente de correlación correspondió a Sierras de Bellavista (Fig. 6b), debido a que la proporción de individuos en las clases de menor DAP es más baja que en las otras poblaciones. En la población de Bío-Bío el ajuste al modelo de potencia no fue significativo.

En la población de Quebrada del Roble la distribución de tamaños de los individuos de tocón (Fig. 7a) revela que se trata de una población muy envejecida, sin árboles en la clase de DAP correspondiente a juveniles. Los árboles presentaban un amplio rango de DAP (entre 5 y 75 cm), con la mayor proporción (ca. 40%) entre 25 y 35 cm DAP. Aunque los individuos de esta población se ramificaban desde la base, el gran tamaño y el amplio rango de DAP de los brotes, así como la observación de los troncos en terreno, sugieren que estos árboles no han sido talados en el pasado. Sus múltiples troncos habrían sido causados por daño natural al meristema apical en el transcurso de la vida del árbol. La distribución de DAP de los individuos de esta población no se ajusta al modelo de potencia de Hett y Loucks (1976) (Fig. 7a). La forma del histograma denota una población en que no hay regeneración.

La población de Cerro de la Campana muestra una situación diferente a la Quebrada del Roble, aunque también se trata de una población de

FIGURA 7 Distribución de DAP y ajustes al modelo de potencia de las poblaciones de *Nothofagus obliqua* con una proporción mayoritaria de individuos de tocón. Se usaron clases de 10 cm de DAP, a partir de los 5 cm. Los individuos con DAP < 5 cm fueron incluidos en la clase juveniles (Ju). ▨ juveniles, ■ sector alto, □ sector bajo. (n.s., no significativo).



individuos de tocón (Fig. 7b). En esta localidad más de un 60% de la población está representada por una sola clase de DAP (5 - 15 cm), y sobre el 80% de la población cae en dos clases de edad. El estrecho rango de la distribución de DAP sugiere coetaneidad de los brotes, lo que es probablemente consecuencia de la intervención humana, ya que la mayoría de los árboles habrían sido talados en un período corto de tiempo.

1.2. Abundancia de plántulas

En dos localidades, Cerro de la Campana y Quebrada del Roble, no se encontraron plántulas en ninguna de las parcelas de muestreo (Tabla 2). En las otras cuatro localidades el número de plántulas variaba entre 24 y 594 en toda el área muestreada (Tabla 6).

El número total de plántulas en las poblaciones de Baños de Chillán y Sierras de Bellavista es más de 10 veces más alto que en las otras poblaciones (Tabla 6). En Alto de Cantillana se encontró el número más bajo de plántulas, siendo similar en las clases de edades >5 y 5 - 20 años (Tabla 6). En las demás poblaciones el número de plántulas era notoriamente más alto en la clase de >5 años de edad. El número de plántulas en la clase 5 - 20 años es mucho menor, correspondiendo a menos de 10% del total (Tabla 6). En la categoría <20 años, que en realidad correspondería a árboles suprimidos, el número es aún menor o están ausentes (Tabla 6). En la localidad de Baños de Chillán había un gran número de plántulas en el sector bajo del gradiente altitudinal (Tabla 6), siendo esta relación inversa en Bío-Bío.

TABLA 6 : Número de plántulas (individuos <1.25 m de altura)
por parcela en cada población y franja altitudinal.

Población	P A R C E L A S											sector bajo	sector alto	Total			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11						
Alto de Cantillana	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	11	-	11
< 5 años	-	-	-	-	-	1	2	5	1	-	-	-	-	9	-	9	-
5 - 20 años	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	4	-	4	-
> 20 años	11	-	-	-	-	1	3	7	2	-	-	-	11	13	-	24	-
Sierras de Bellavista	141	8	5	24	45	43	23	135	161	-	-	-	-	-	*	-	585
< 5 años	5	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
5 - 20 años	146	11	5	24	45	43	24	135	161	-	-	-	-	-	-	-	594
Baños de Chillán	41	11	1	2	2	23	25	1	132	206	-	-	57	387	-	444	-
< 5 años	13	-	-	-	1	1	14	3	3	1	-	-	14	22	-	36	-
5 - 20 años	-	-	-	-	-	-	10	2	3	-	-	-	-	15	-	15	-
> 20 años	54	11	1	2	3	24	49	6	138	207	-	-	71	-	-	505	-
Bfo-Bfo	6	2	-	37	1	1	-	-	1	10	-	-	47	11	-	58	-
< 5 años	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-
5 - 20 años	6	3	-	37	1	1	-	-	1	10	-	-	48	11	-	59	-

* No se distinguió sector alto y bajo

1.3. Evaluación del impacto de la intervención humana

No se encontró correlación significativa ($P > 0.05$) entre los porcentajes de área abierta del dosel en las poblaciones y la proporción de cobertura total arbustiva (Fig. 8), tampoco resultó significativa la correlación entre las densidades de juveniles y plántulas y el área abierta del dosel (Fig. 9a y 9b, respectivamente). Estas densidades no estaban relacionadas con los porcentajes de individuos de tocón (Fig. 10a y 10b). En conclusión, no se encontró relación entre los niveles de regeneración de *N. obliqua* y la apertura del dosel, o el porcentaje de individuos de tocón en la población, usados como indicadores de intervención humana.

F I G U R A 8 Relación entre apertura del dosel y la cobertura del estrato arbustivo en bosques de *Nothofagus obliqua* en Chile Central. Localidades: ▲, Cerro de la Campana; ●, Alto de Cantillana; +, Quebrada del Roble; △, Sierras de Bellavista; ○, Baños de Chillán; x, Bío-Bío. (n.s., no significativo).

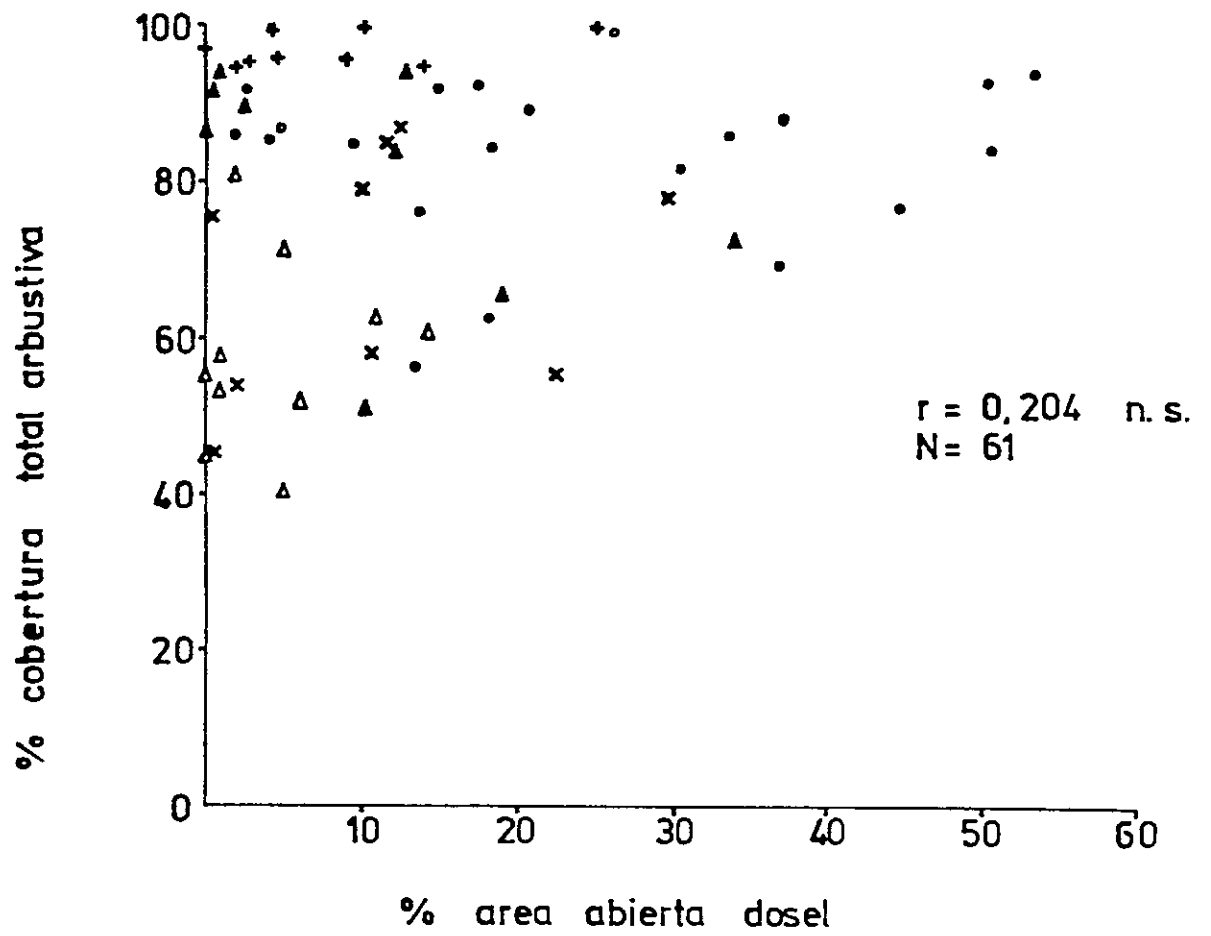


FIGURA 9 Relación entre la apertura del dosel y la regeneración de *Nothofagus obliqua* en bosques de roble de Chile Central. Se excluyeron del gráfico los puntos correspondientes a las localidades Cerro de la Campana y Quebrada del Roble, donde no se encontraron plántulas ni juveniles. Estos datos fueron considerados, sin embargo, en el cálculo de la regresión. Localidades: ●, Alto de Cantillana; ▲, Sierras de Bellavista; ○, Baños de Chillán; x, Bío-Bío. (a) Juveniles, (b) plántulas. (n.s., no significativo).

F I G U R A 10 Relación entre la proporción de individuos de tocón y la regeneración de las poblaciones de *Nothofagus obliqua* en bosques de roble de Chile Central. Se excluyeron del gráfico los puntos correspondientes a las localidades Cerro de la Campana y Quebrada del Roble, donde no se encontraron plántulas ni juveniles. Estos datos fueron considerados, sin embargo, en el cálculo de la regresión. Localidades: ●, Alto de Cantillana; ▲, Sierras de Bellavista; ○, Baños de Chillán; x, Bío-Bío. (a) Juveniles, (b) plántulas, (n.s., no significativo).

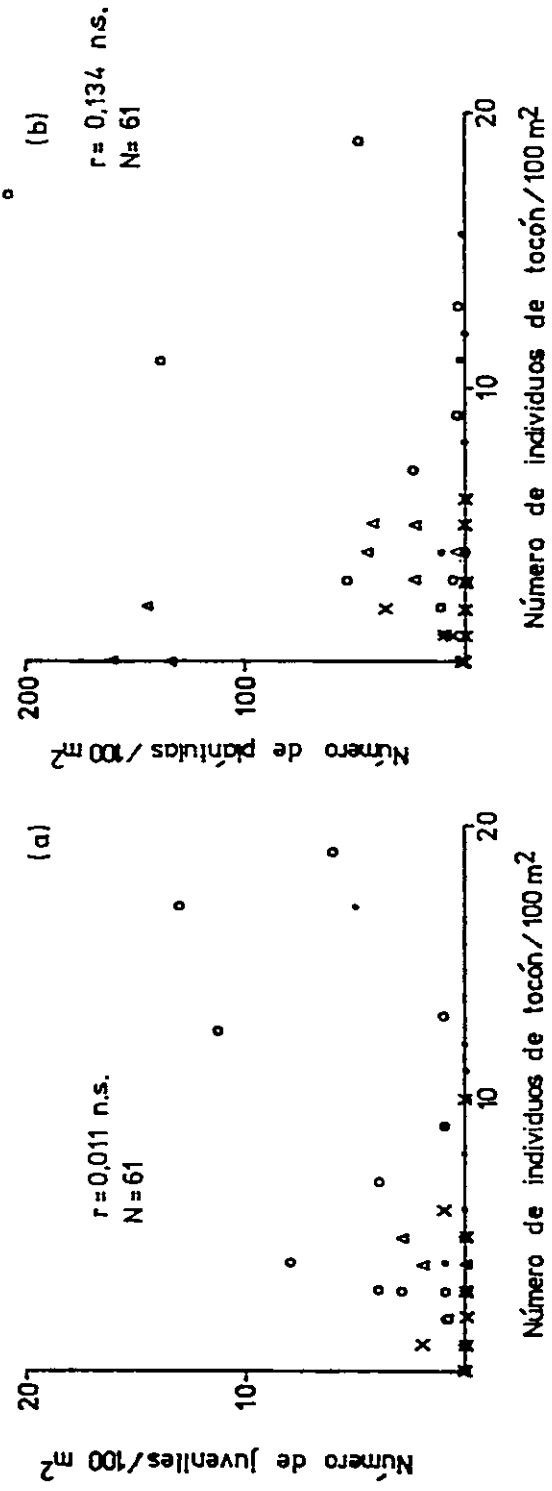


FIG. 8

2. Estudio Florístico

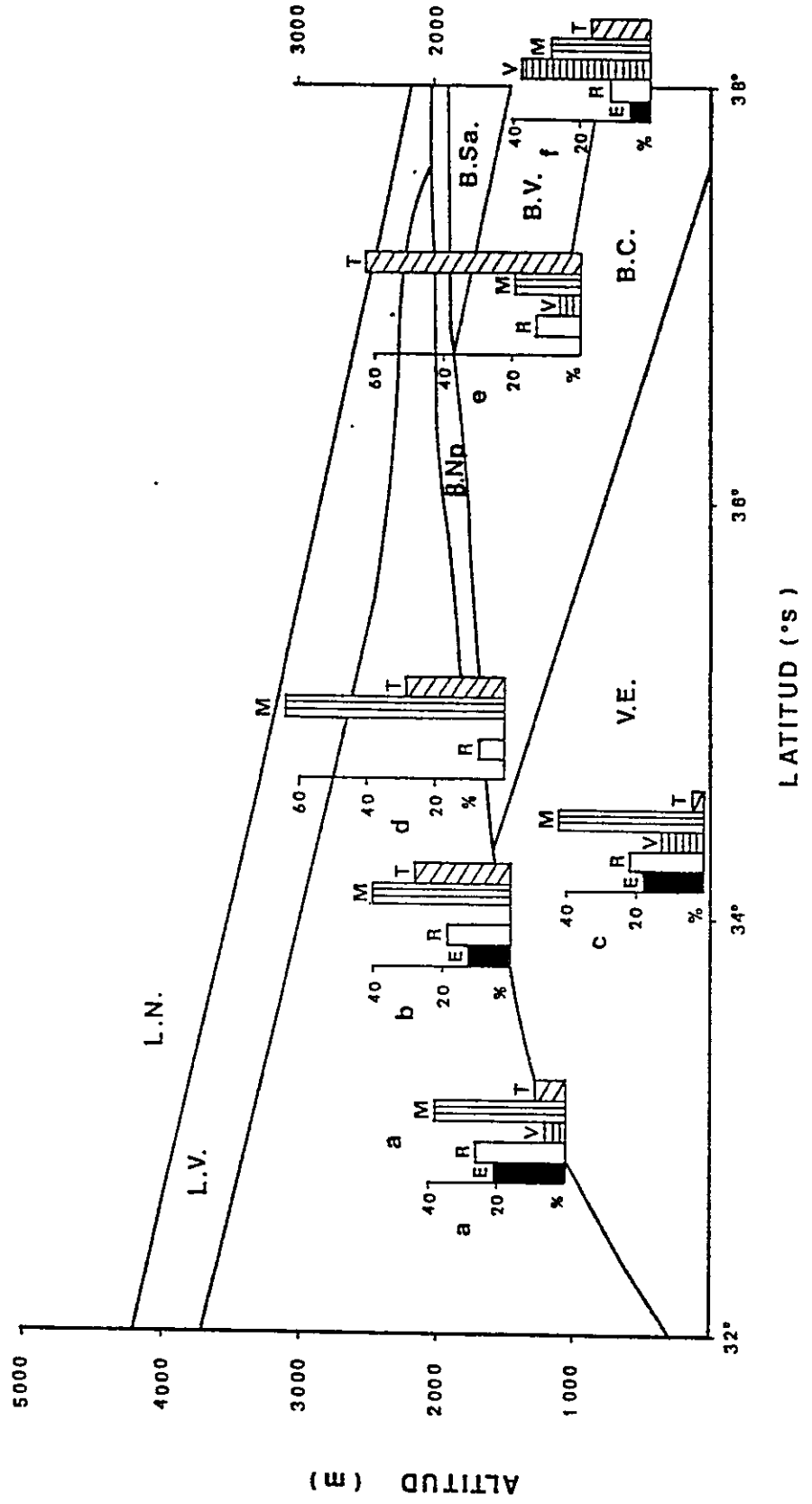
2.1. Distribución de Elementos Fitogeográficos

Tanto latitudinal como altitudinalmente se observan diferencias en la distribución de los distintos Elementos Florísticos en la vegetación de las comunidades estudiadas (Fig. 11, Tabla 7).

En las tres localidades más boreales la riqueza de especies leñosas es alta (34 especies en Cerro de la Campana y Quebrada del Roble y, 32 en Alto de Cantillana, Tabla 7). En estas tres localidades los Elementos dominantes son el Esclerófilo, Relictual y de Margen de Bosque, tanto en número de especies, como en coberturas relativas (Tabla 7, Fig. 11). El Elemento Valdiviano está escasamente representado (Fig. 11) y el Elemento de Transición, aunque alcanza valores relativos mayores, no adquiere la importancia que tiene en las localidades más australes (Tabla 7).

A pesar del área muy reducida de los bosques de *N. obliqua* en Quebrada del Roble, el número de especies leñosas es tan alto como en Cerro de la Campana (Tabla 7). En esta localidad la contribución del Elemento Esclerófilo alcanza la máxima cobertura relativa (Tabla 7). También los porcentajes de especies (Fig. 11) y de cobertura relativa (Tabla 7) del Elemento Valdiviano son más altos que en las otras dos localidades mencionadadas, por la importante presencia de *Aextoxicon punctatum* y *Luma apiculata* (ver Apéndice 1.3).

FIGURA 11. Proporción de especies de la flora leñosa del bosque de *Nothofagus obliqua* en cada Elemento Fitogeográfico definido para las localidades estudiadas. Elementos: E. Esclerófilo, R. Relicto, V. Valdiviano, M. Margen de Bosque, T. Transición. Localidades: a. Cerro de la Campana, b. Alto de Cantillana, c. Quebrada del Roble, d. Sierras de Bellavista, e. Baños de Chillán, f. Bío-Bío. Se muestra además, los tipos vegetacionales predominantes en las distintas latitudes y alturas, V.E. = Vegetación Esclerófila, B.C. = Bosque Caducifolio, B.V. = Bosque Valdiviano, B.Sa. = Bosque Subantártico, B.Np. = Bosque Nordpatagónico, L.V. = Límite de Vegetación, L.N. = Límite de nieve (Schmithüsen 1956).



LATITUD (°S)

ALTITUD (m)

T A B L A 7. Número de especies leñosas (#) y cobertura relativa (cob. rel.) promedio de cada Elemento Fitogeográfico, en las distintas localidades. A. grado de altitudinal completo. B. sector alto. C. sector bajo.

Localidad	ELEMENTOS FITOGEOGRAFICOS										# total especies	
	#	Esclerófilo cob. rel.	#	Relicto cob. rel.	#	Valdiviano cob. rel.	#	Margen de bosque cob. rel.	#	Transición cob. rel.		
Cerro de La Campana	A	7	7.1 ± 11.3	9	8.9 ± 7.4	2	0.1 ± 0.3	13	28.2 ± 14.8	3	4.5 ± 7.3	34
	B	-	-	5	4.8 ± 6.2	1	0.02 ± 0.1	8	22.1 ± 15.5	3	6.4 ± 10.2	17
	C	7	14.1 ± 12.7	6	13.0 ± 6.4	1	0.2 ± 0.4	13	34.3 ± 12.4	2	2.6 ± 2.3	29
Alto de Cantillana	A	4	1.8 ± 2.7	6	18.7 ± 5.6	-	-	13	17.9 ± 9.1	9	14.5 ± 6.8	32
	B	1	0.8 ± 1.7	2	20.0 ± 3.5	-	-	9	19.9 ± 12.2	7	15.6 ± 5.0	19
	C	4	2.9 ± 3.3	6	17.4 ± 7.3	-	-	11	15.8 ± 5.1	8	13.5 ± 8.7	29
Quebrada del Roble	A	6	20.6 ± 16.1	8	5.9 ± 3.9	4	11.7 ± 9.4	15	35.6 ± 10.7	1	0.3 ± 0.6	34
Sierras de Bellavista	A	-	-	1	2.9 ± 5.3	-	-	9	5.1 ± 6.2	4	3.4 ± 4.0	14
Baños de Chillán	A	-	-	2	2.5 ± 6.7	1	12.3 ± 19.5	3	5.6 ± 6.0	10	30.1 ± 24.2	16
	B	-	-	2	0.1 ± 0.2	1	22.6 ± 22.1	2	2.8 ± 4.5	6	30.0 ± 29.9	11
	C	-	-	1	5.5 ± 9.5	1	0.03 ± 0.1	3	9.0 ± 6.2	8	30.2 ± 18.8	13
Bfo - Bfo	A	2	- *	4	0.2 ± 0.4	13	21.2 ± 20.4	10	10.2 ± 11.4	6	25.4 ± 21.5	35
	B	1	-	2	0.03 ± 0.1	5	13.7 ± 17.7	5	3.6 ± 4.3	6	23.2 ± 25.9	19
	C	1	-	3	0.4 ± 0.5	10	28.7 ± 22.0	8	16.8 ± 12.8	4	18.8 ± 19.1	26

* estas especies sólo fueron detectadas en el estrato herbáceo, por cuanto no se determinó su cobertura relativa.

En Sierras de Bellavista y Baños de Chillán, el número total de especies leñosas asociadas al roble (14 y 16 especies, respectivamente), es notablemente menor que en las comunidades más boreales (Tabla 7). En ambas localidades el elemento Esclerófilo está ausente (Fig. 11, Tabla 7). Los Elementos dominantes son los de Margen de Bosque y de Transición (Fig. 11).

En Bfo-Bfo, en el extremo sur de la zona estudiada, se encuentra un alto número de especies leñosas asociadas a *N. obliqua* (35 especies, Tabla 7), la mayoría de ellas arbóreas. A diferencia de las localidades restantes, el Elemento Valdiviano cobra aquí gran importancia en cuanto a proporción de especies (Fig. 11) y cobertura relativa (Tabla 7). También son importantes los Elementos de Transición y de Margen de Bosque (Tabla 7, Fig. 11).

En general se obtiene una tendencia hacia un mayor número de especies y cobertura relativa de todos los Elementos Fitogeográficos en los sectores altitudinales bajos, a excepción del Elemento de Transición que tiende a estar más representado a mayores alturas (Tabla 7). En las dos localidades más boreales (Cerro de la Campana y Alto de Cantillana), el número de especies y las coberturas de los Elementos Esclerófilo, Relicto y de Margen de Bosque, tienden a disminuir con la altitud (Tabla 7). En ambas localidades, el número de especies leñosas asociadas al roble es mucho mayor en el sector más bajo del gradiente altitudinal (Tabla 7).

En Baños de Chillán no se observan mayores diferencias altitudinales, ni en número de especies, ni en coberturas relativas, para los distintos Elementos Fitogeográficos (Tabla 7), salvo el Valdiviano. La única

especie de este elemento presente en esta localidad (*Nothofagus dombe*yi, ver Apéndice 1.5), está prácticamente circunscrita al sector alto (Tabla 7).

En Bío-Bío, al igual que en las dos localidades más boreales, el número de especies leñosas acompañantes del roble es mucho mayor en el sector más bajo (Tabla 7), especialmente las del Elemento Valdiviano.

En resumen, el Elemento Esclerófilo disminuye su importancia de norte a sur y con la altura en las localidades muestreadas (Fig. 11, Tabla 7). El Elemento Relicto es también más abundante en las tres localidades boreales, disminuyendo su proporción hacia el sur. Inversamente, el Elemento Valdiviano aumenta su importancia hacia el sur, llegando a representar la proporción más alta de especies en Bío-Bío, localidad situada en el límite boreal del bosque laurifolio Valdiviano (Fig. 11). Altitudinalmente, el Elemento Valdiviano está presente a menores alturas hacia el sur. En general, la contribución relativa del Elemento de Transición aumenta a mayor altura.

Se observan claras tendencias en la variación latitudinal del índice de diversidad de Elementos Fitogeográficos de las especies acompañantes del roble, ya sea considerando el número de especies, o la cobertura relativa (Tabla 8). En el primer caso se distinguen tres situaciones: una alta diversidad en las tres localidades del norte, una baja diversidad en las dos localidades centrales y un nuevo aumento de la diversidad en Bío-Bío (Tabla 8). Si se considera la cobertura, se pueden distinguir dos situaciones, una alta diversidad en las tres localidades más boreales y una menor diversidad en las tres de más al sur (Tabla 8). En otras palabras,

TABLA 8 : Indices de diversidad de Shannon-Wiener para los elementos fitogeográficos, considerando (a) número de especies y (b) cobertura relativa

Localidad	Indices de diversidad	
	(a)	(b)
Cerro de la Campana	1.426	1.140
Alto de Cantillana	1.297	1.205
Quebrada del Roble	1.363	1.220
Sierras de Bellavista	0.830	1.069
Baños de Chillán	1.048	1.047
Bío - Bío	1.440	1.055

existiría una mayor heterogeneidad de procedencias de las especies leñosas asociadas al roble, en las comunidades situadas en los extremos de la zona estudiada (las tres más boreales y en Bío-Bío), si se consideran los números de especies; o en las tres más boreales, si se consideran las coberturas relativas. En las localidades centrales, en cambio se evidencia una mayor homogeneidad en la composición de especies acompañantes.

2.2. Relación entre la cobertura relativa por estratos y la cobertura relativa de *Nothofagus obliqua*

Latitudinalmente y altitudinalmente se observan algunas diferencias en la dominancia del roble y en las coberturas absolutas de los estratos arbóreo y arbustivo (Tabla 9). En Cerro de la Campana, Alto de Cantillana, Baños de Chillán y Bío-Bío, las coberturas relativas del roble son aproximadamente equivalentes (44 a 48%, Tabla 9).

En Quebrada del Roble se encontró el porcentaje más bajo de cobertura relativa de roble (28%), acompañado de un valor excepcionalmente alto de cobertura en el estrato arbóreo y el más alto porcentaje de cobertura en el estrato arbustivo (Tabla 9). El alto porcentaje de cobertura en el estrato arbóreo se debe a la presencia de un gran número de especies leñosas asociadas al roble (Tabla 7). En particular son importantes *Cryptocarya alba* y *Aextoxicon punctatum* (ver Apéndice 1.3). En el estrato arbustivo, *Chusquea cumingii* contribuye principalmente al alto porcentaje de cobertura de vegetación (Apéndice 1.3).

TABLÀ 9 : Comparación entre los porcentajes de cobertura absoluta (promedio) por parcela en los estratos arbóreo (> 3 m) y arbustivo (entre 3 y 0.5 m), con la cobertura relativa (promedio) de *Nothofagus obliqua* en cada localidad. A. gradiente altitudinal completo B. sector alto C. sector bajo.

Localidad		% cobertura vegetación		cobertura relativa
		Arbóreo	Arbustivo	de <i>N. obliqua</i>
Cerro de La Campana	A	80.3 ± 27.5	81.0 ± 14.6	46.7 ± 19.9
	B	66.2 ± 33.8	70.1 ± 13.4	61.5 ± 17.0
	C	94.4 ± 6.9	91.9 ± 2.9	31.8 ± 7.1
Alto de Cantillana	A	68.5 ± 14.9	84.2 ± 9.4	44.3 ± 8.9
	B	72.4 ± 15.8	81.2 ± 12.4	40.7 ± 10.8
	C	64.6 ± 14.5	87.3 ± 4.6	47.9 ± 5.5
Quebrada del Roble	A	92.1 ± 8.0	92.8 ± 13.9	27.5 ± 5.5
Sierras de Bellavista	A	94.9 ± 5.0	59.0 ± 10.1	88.5 ± 11.8
Baños de Chillán	A	81.7 ± 15.0	83.2 ± 12.2	48.1 ± 21.8
	B	82.8 ± 13.0	81.0 ± 14.8	44.0 ± 22.4
	C	80.3 ± 18.6	85.8 ± 9.0	53.0 ± 22.4
Bío - Bío	A	89.7 ± 10.2	65.8 ± 16.5	47.2 ± 21.5
	B	90.7 ± 13.2	55.9 ± 12.4	59.3 ± 20.5
	C	88.6 ± 7.6	75.7 ± 14.6	35.0 ± 15.9

El bosque de Sierras de Bellavista exhibe el porcentaje promedio más alto de cobertura en el estrato arbóreo y, el más bajo en el arbustivo (Tabla 9). A diferencia de Quebrada del Roble, el alto valor en el estrato arbóreo en esta localidad se debe a la dominancia del roble, que alcanza un 86% de cobertura relativa. El bajo número de especies leñosas asociadas al roble (Tabla 7) y escasos individuos de tocón de *N. obliqua* (Tabla 2), determinan un estrato arbustivo más ralo (Tabla 9).

En la localidad de Bío-Bío también se observó una cobertura alta de la vegetación arbórea, acompañada de un estrato arbustivo más ralo (Tabla 9). Un alto número de especies leñosas asociadas al roble (Tabla 7), determinan el valor de cobertura del estrato arbóreo. Cabe destacar la alta cobertura de *Prumnopitys andina* y *Nothofagus alpina*, especies que están ausentes de las demás localidades.

En resumen, el roble presenta su mayor dominancia en la localidad de Sierras de Bellavista, lo que se refleja en un alto valor de cobertura del estrato arbóreo. La menor dominancia del roble se observó en Quebrada del Roble, en donde se obtuvo la mayor cobertura del estrato arbustivo. En el resto de las localidades estudiadas, el roble presenta valores similares de cobertura relativa. La cobertura relativa del roble disminuye a menores alturas sólo en las dos localidades más extremas, Cerro de la Campana y Bío-Bío, coincidiendo con un aumento de la cobertura del estrato arbustivo y arbóreo (Tabla 9).

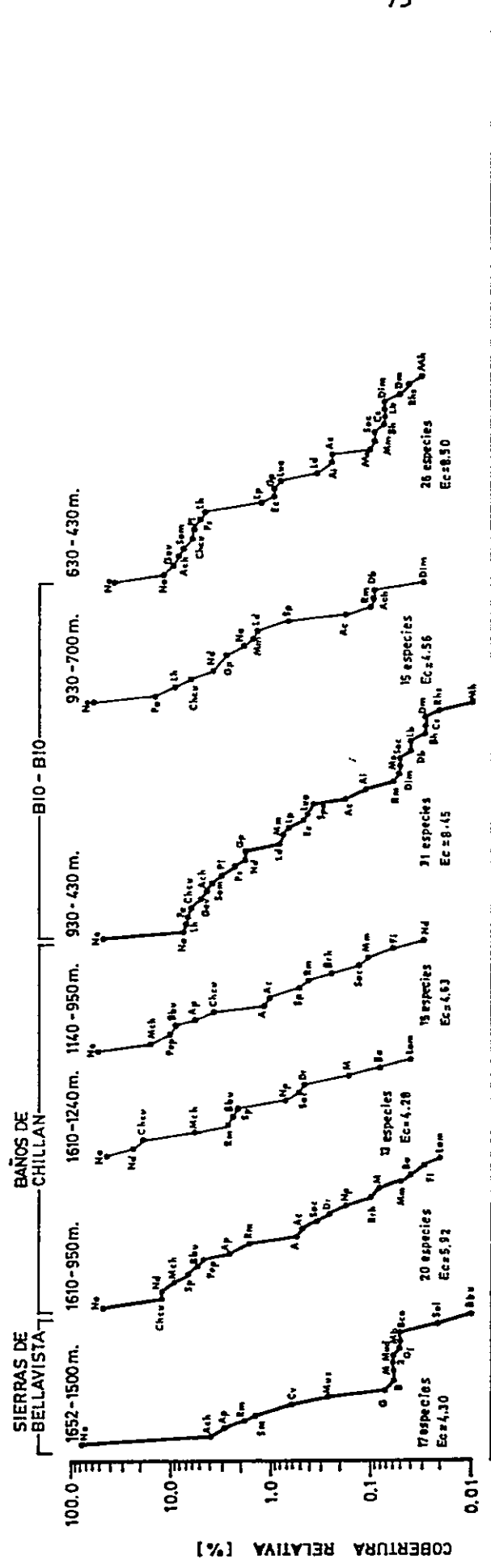
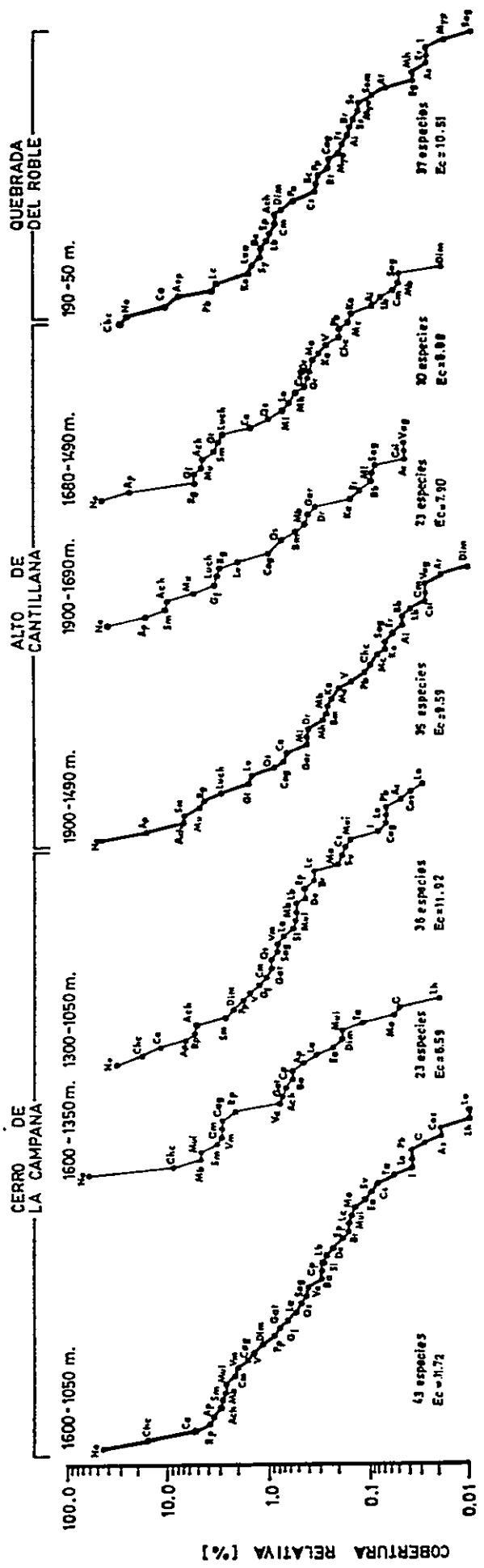
2.3. Coberturas relativas y curvas de dominancia-diversidad de las especies de los estratos arbóreo y arbustivo

La forma de las curvas dominancia-diversidad a lo largo del gradiente latitudinal (Fig. 12) son distintas en las localidades de los extremos norte y sur en comparación al sector central (Sierras de Bella vista y Baños de Chillán).

Considerando primero los promedios de cobertura relativa de cada especie en el gradiente altitudinal completo, las curvas son sigmoideas (Whittaker 1975) en las tres localidades más boreales, Cerro de la Campana, Alto de Cantillana y Quebrada del Roble. En las dos primeras localidades la dominancia reside exclusivamente en el roble, con más de 40% de cobertura relativa (Fig. 12, Apéndice 1). En Cerro de la Campana, la segunda especie más abundante es *Chusquea cumingii*, y el resto de las especies presentan valores de cobertura inferiores al 10% (Fig. 12, Apéndice 1.1). En Alto de Cantillana, a diferencia de Cerro de la Campana, *Azara petiolaris* cobra mayor importancia, llegando a ser la se gunda especie más importante (Fig. 12, Apéndice 1.2). El resto de las especies presenta menos de 10% de cobertura relativa (Fig. 12, Apéndice 1.2). El índice de equitabilidad (E_c , Fig. 12) exhibe un valor menor que en Cerro de la Campana. Quebrada del Roble es la única comunidad en la que el roble no es la especie dominante (Fig. 12, Apéndice 1.3). En esta comunidad *Chusquea cumingii* es la especie más importante, seguida por el roble y por *Cryptocarya alba* (Fig. 12, Apéndice 1.3).

En las dos localidades que siguen hacia el sur, Sierras de Bella vista y Baños de Chillán, las curvas de dominancia-diversidad son más

FIGURA 12. Curvas de dominancia-diversidad en base a las coberturas relativas de las especies del estrato arbóreo-arbustivo del bosque de *Nothofagus obliqua* para cada localidad estudiada. El trazo grueso re presenta el gradiente altitudinal completo y los trazos más delgados, los sectores alto y bajo. Se muestran los números de especies (N), e índices de equitabilidad (E_c) para cada curva. Las explicaciones de las abreviaturas de las especies y sus valores de cobertura se presentan en el Apéndice 1.



COBERTURA RELATIVA [%]

COBERTURA RELATIVA [%]

bien geométricas (Whittaker 1975), con valores menores del índice de equitabilidad (Fig. 12). En Sierras de Bellavista, la comunidad con el menor número de especies en los estratos arbóreo-arbustivo (Fig. 12), el roble alcanza su valor más alto de importancia. Las coberturas relativas de las demás especies son menores de 4% (Apéndice 1.4). La distribución de abundancias de las especies está representada por una curva de pendiente abrupta hasta aproximadamente 0.06% de abundancia, en donde se produce una ligera nivelación debido a la presencia de varias especies con valores similares de cobertura relativa. En Baños de Chillán el roble no presenta una dominancia tan pronunciada como en Sierras de Bellavista (Tabla 9). El bajo número de especies determina una curva con alta pendiente (Fig. 12). *Nothofagus dombeyi* y *Chusquea cumingii* presentan el segundo valor más alto de cobertura relativa (Apéndice 1.5). El resto de las especies de esta comunidad presentan valores de cobertura relativa inferiores a un 10% (Fig. 12, Apéndice 1.5).

En la localidad más sureña, Bío-Bío, se obtiene una curva de forma sigmoidea, tal como en las comunidades boreales (Fig. 12). La segunda especie más abundante es *Nothofagus alpina*, presentando menos de 10% de cobertura relativa (Fig. 12, Apéndice 1.5). El número de especies y el índice de equitabilidad tienen valores semejantes a las localidades más boreales, que también exhibían curvas sigmoideas, siendo mayores que en Baños de Chillán y Sierras de Bellavista (Fig. 12).

Como consecuencia de que el Elemento Esclerófilo está presente sólo en el sector inferior del Cerro de la Campana, la curva es pronunciadamente sigmoidea en este sector (Fig. 12). El índice de equitabilidad y

el número de especies son más altos en el sector bajo que en el sector alto (Fig. 12). En Alto de Cantillana, a diferencia del caso anterior, el mayor número de especies en la parte baja del gradiente altitudinal no tiene gran influencia en la pendiente de la curva (Fig. 12). En Baños de Chillán se obtienen curvas geométricas similares en ambos sectores del gradiente altitudinal (Fig. 12). En la localidad de Bío-Bío se obtiene una curva geométrica en el sector alto y una sigmoidea en el sector bajo del gradiente altitudinal (Fig. 12), diferencia que se refleja en los valores de índice de equitabilidad (Fig. 12). La mayor equitabilidad en el sector bajo se debería a la presencia de numerosas especies del Elemento Valdiviano (Tabla 7).

En resumen, las comunidades de Cerro de la Campana, Alto de Cantillana y Quebrada del Roble, por el extremo boreal y, Bío-Bío, por el extremo sur del área de estudio, presentan una distribución lognormal (Whittaker 1975) de la cobertura relativa de las especies, asociada a números mayores de especies y a valores más altos del índice de equitabilidad (Fig. 12). En las localidades centrales, Sierras de Bellavista y Baños de Chillán, en cambio, en donde el número de especies es menor, sus abundancias quedan representadas por series geométricas (Whittaker 1975), y la equitabilidad es menor. Altitudinalmente, los números de especies y la equitabilidad tienden a aumentar en los sectores bajos, haciéndose más sigmoideas las curvas. Esto es especialmente notorio en las localidades ubicadas en los extremos norte y sur del área de estudio.

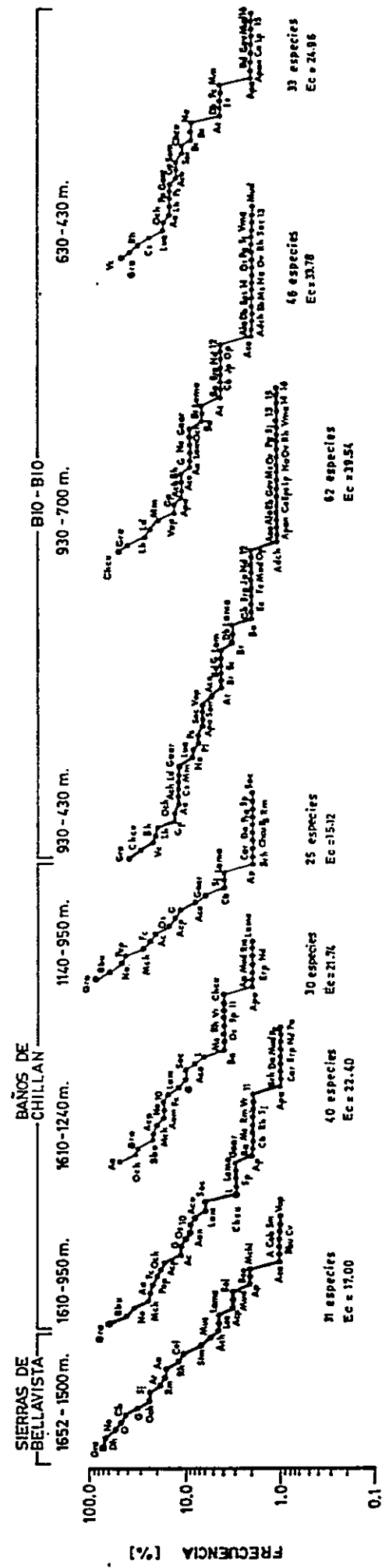
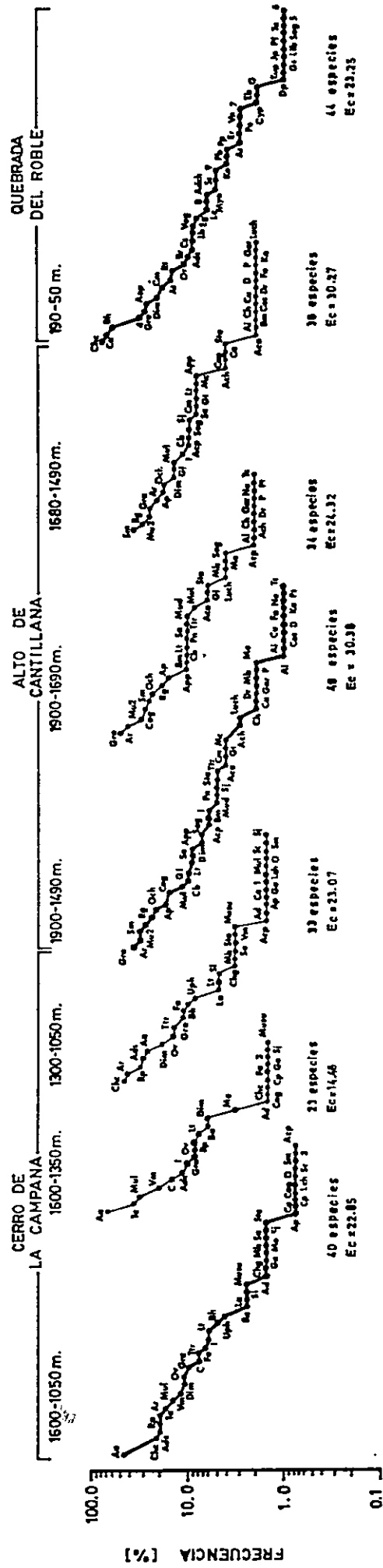
2.4. Frecuencias y curvas de dominancia-diversidad de las especies del estrato herbáceo

Las formas de las curvas para las especies del estrato herbáceo (Fig. 13) eran similares en todas las localidades, a diferencia de las basadas en cobertura relativa de los estratos arbóreo-arbustivo. Las curvas tienen una forma sigmoidea, y la gran cantidad de especies raras disminuyen notablemente la pendiente del extremo inferior. Los valores de los índices de equitabilidad son más altos que los obtenidos para la cobertura relativa de las especies de los estratos arbóreo-arbustivo en todas las localidades estudiadas (Fig. 13).

Sierras de Bellavista presenta el menor número de especies en el estrato herbáceo, también el menor índice de equitabilidad (Fig. 13). En la localidad más austral, Bío-Bío, el número de especies en el estrato herbáceo es notoriamente mayor que en el resto de las localidades estudiadas (Fig. 13). La pendiente de la curva también es la menor, reflejado en un alto índice de equitabilidad (Fig. 13).

Altitudinalmente, se observan algunas diferencias entre los sectores superiores e inferiores, en las distintas localidades, siendo todas las curvas más o menos sigmoideas (Fig. 13). En Cerro de la Campana, la pendiente de la curva dominancia-diversidad es más abrupta en el sector alto (Fig. 13), en donde el índice de equitabilidad es menor. En Alto de Cantillana, nuevamente se observa un descenso en el valor del índice de equitabilidad a mayores alturas que se traduce en una curva de mayor pendiente en el sector más alto (Fig. 13). A diferencia de las localidades más boreales, en Baños de Chillán hay un mayor número de especies

FIGURA 13. Curvas de dominancia-diversidad, en base a frecuencias de las especies del estrato herbáceo del bosque de *Nothofagus obliqua* para cada localidad estudiada. El trazo grueso representa el gradiente altitudinal, completo, y los trazos más delgados, los sectores alto y bajo. Se muestran además, los números de especies (N) e índices de equitabilidad (E_c), para cada curva. Las especies están identificadas por medio de abreviaturas (ver Apéndice 2).



en el sector altitudinal superior (Fig. 13). El índice de equitabilidad también es mayor en éste último (Fig. 13). Al igual que Baños de Chillán, en Bío-Bío, aumentan el número de especies y el índice de equitabilidad con la altura (Fig. 13).

Resumiendo, la distribución de las frecuencias de las especies del estrato herbáceo muestra escasa variación entre las localidades estudiadas (Fig. 13). La localidad con el menor número de especies en los estratos arbóreo-arbustivo, también presenta el menor número de especies en el estrato herbáceo (Sierras de Bellavista, en la parte central del área de estudio). Los índices de equitabilidad presentan la misma tendencia. En las localidades más boreales, Cerro de la Campana y Alto de Cantillana, el número de especies y la equitabilidad disminuyen hacia alturas mayores, coincidiendo con un aumento de las especies de los estratos arbóreo-arbustivo en el mismo sentido (Fig. 12). En las localidades más sureñas en cambio, Baños de Chillán y Bío-Bío, esta tendencia se invierte, aumentando el número de especies en el estrato herbáceo a mayores alturas, coincidiendo nuevamente con la tendencia opuesta en el número de especies de los estratos arbóreo-arbustivo.

2.5. Análisis factorial de correspondencia (AFC)

Los porcentajes de la varianza total explicada por cada eje construido por el AFC (Tabla 10) son relativamente bajos $>15\%$, lo que nos indica que pocas especies (o muestras) se correlacionan fuertemente a un eje determinado. Esto refleja la alta heterogeneidad de los grupos de especies o de muestras que representan las localidades estudiadas.

TABLA 10 : Porcentaje de la varianza total explicada por los ejes construídos en el AFC.

Eje	% de la varianza explicada	varianza acumulada
1	12.63	12.63
2	10.69	23.32
3	7.34	30.66
4	6.72	37.38
5	5.77	43.15
6	4.56	47.71
7	3.42	51.13

En los apéndices 3.1 y 3.2 se muestran los resultados de la aplicación del AFC a la matriz especies-muestras, de las seis localidades estudiadas. Grupos de muestras que provienen de una misma localidad presentan mayores correlaciones a los mismos ejes (Apéndice 3.1). Las parcelas de Quebrada del Roble y las de Baños de Chillán (Apéndice 3.1) están más correlacionadas al eje 1. Las parcelas de Alto de Cantillana presentan la correlación más alta al eje 2 y, las de Sierra de Bellavista al eje 5 (Apéndice 3.1). Las parcelas de Cerro de la Campana presentan en su mayoría una mayor correlación al eje 4. Dentro de la comunidad de Bío-Bío la situación es más heterogénea, las parcelas presentan altas correlaciones con ejes distintos (Apéndice 3.1).

Una representación gráfica de los primeros dos ejes de ordenación (Fig. 14), que entre ambos explican un 23% de la varianza de los datos (Tabla 10), separa las muestras en tres grupos. Las parcelas con una correlación menor del 50% (> 0.337 y > 0.310 , para los ejes 1 y 2, respectivamente), fueron omitidas de la representación gráfica (Fig. 14). Las parcelas de Quebrada del Roble, que constituyen el Grupo I (Fig. 14), y las parcelas de Baños de Chillán, que constituyen el Grupo II, están ubicadas en extremos opuestos del eje 1 (Fig. 14). Además, tres parcelas de Bío-Bío quedan incluidas en el Grupo II (Fig. 14), presentando valores similares de correlación a los ejes 1 y 2 (ver Apéndice 3.1). Las parcelas de Alto de Cantillana, con alta correlación al eje 2, además de cuatro parcelas de la franja altitudinal inferior de Cerro de la Campana, constituyen el Grupo III de muestras (Fig. 14). Tres parcelas de Bío-Bío, aparecen en el extremo opuesto del eje 2 (Fig. 14), quedando fuera de los tres grupos definidos.

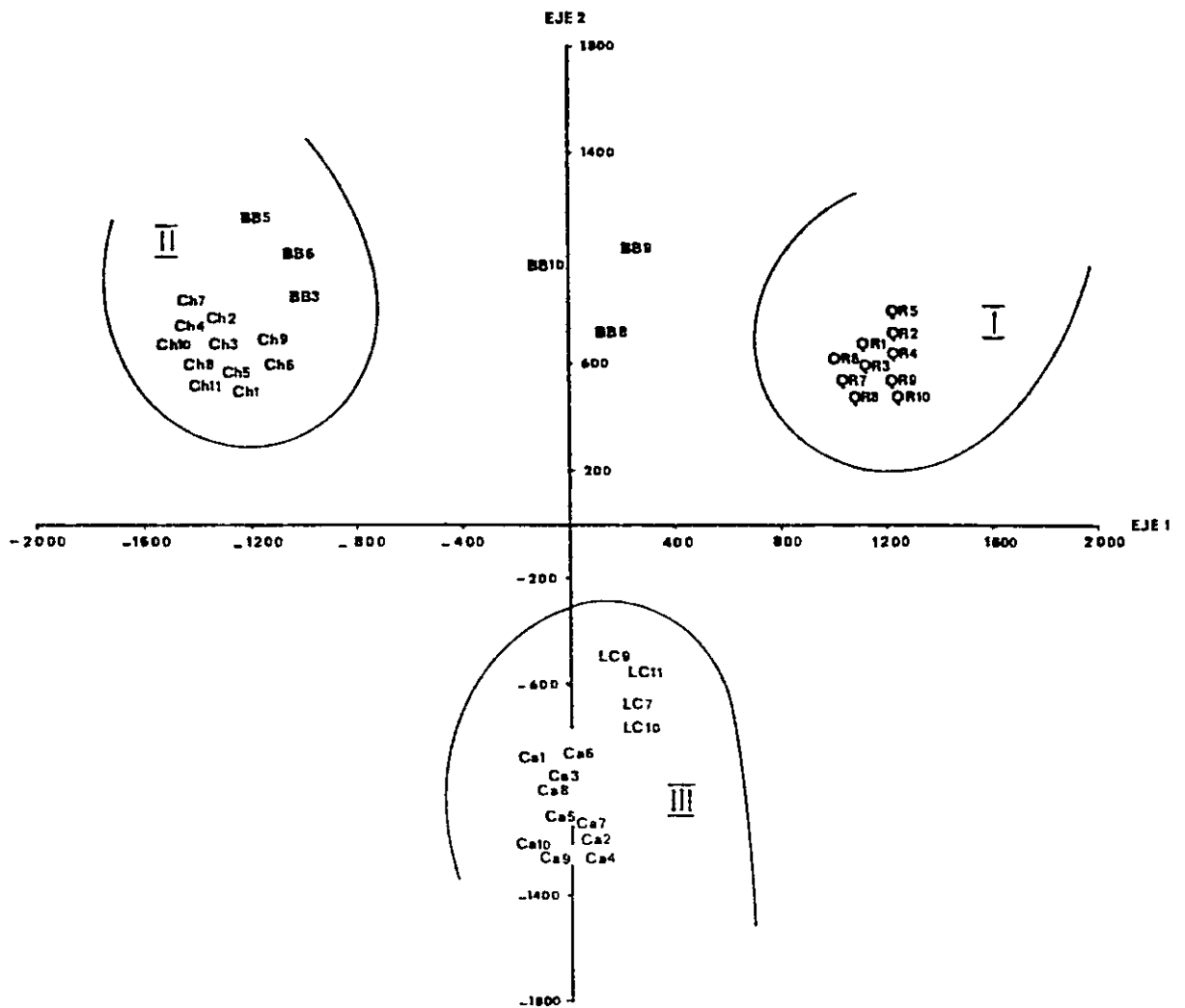


FIGURA 14.

Ordenación de las parcelas de todas las localidades con correlaciones mayores de 50% a los ejes 1 y 2' del AFC. CH = Baños de Chillán, BB = Bío-Bío, QR = Quebrada del Roble, LC = Cerro de la Campana, CA = Alto de Cantillana.

En cuanto a los agrupamientos de especies, se discutirán a modo de ejemplo los ejes 1 y 2. La Fig. 15 muestra la distribución de las especies con mayor correlación a los ejes 1 y 2 (≥ 0.357 y ≥ 0.394 , respectivamente), los dos ejes más importantes del AFC (Tabla 10). Se distinguen cuatro grupos de especies (Fig. 15), de los cuales tres coinciden con los grupos individualizados para las parcelas (Fig. 14). El Grupo I (Fig. 15) está constituido por especies con alta correlación al eje 1, y algunas también al eje 2 (Apéndice 3.2.), que tienen en común el estar presentes en la localidad de Quebrada del Roble. Entre estas especies hay algunas que se encuentran sólo en Quebrada del Roble, entre las cuales la más importante es *Aextoxicon punctatum* (Apéndice 3.2). También, en el Grupo I, se encuentran algunas especies que además están presentes en las parcelas a menor altitud en Cerro de la Campana, Alto de Cantillana y Bío-Bío. En su mayor parte, estas especies pertenecen a los Elementos Relicto y Esclerófilo.

En el extremo opuesto del eje 1, se encuentran varias especies asociadas (Grupo II, Fig. 15), que tienen en común el encontrarse todas en la localidad de Baños de Chillán. Algunas especies están presentes solamente en Baños de Chillán, mientras que otras están presentes además en otras localidades, como Bío-Bío y Sierras de Bellavista. En su mayor parte, estas especies pertenecen al Elemento de Transición de las comunidades del sur.

Una tercera agrupación la constituyen especies presentes en Alto de Cantillana y varias otras localidades (Grupo III, Fig. 15). Estas especies presentan una alta correlación al eje 2 y la mayoría pertenece

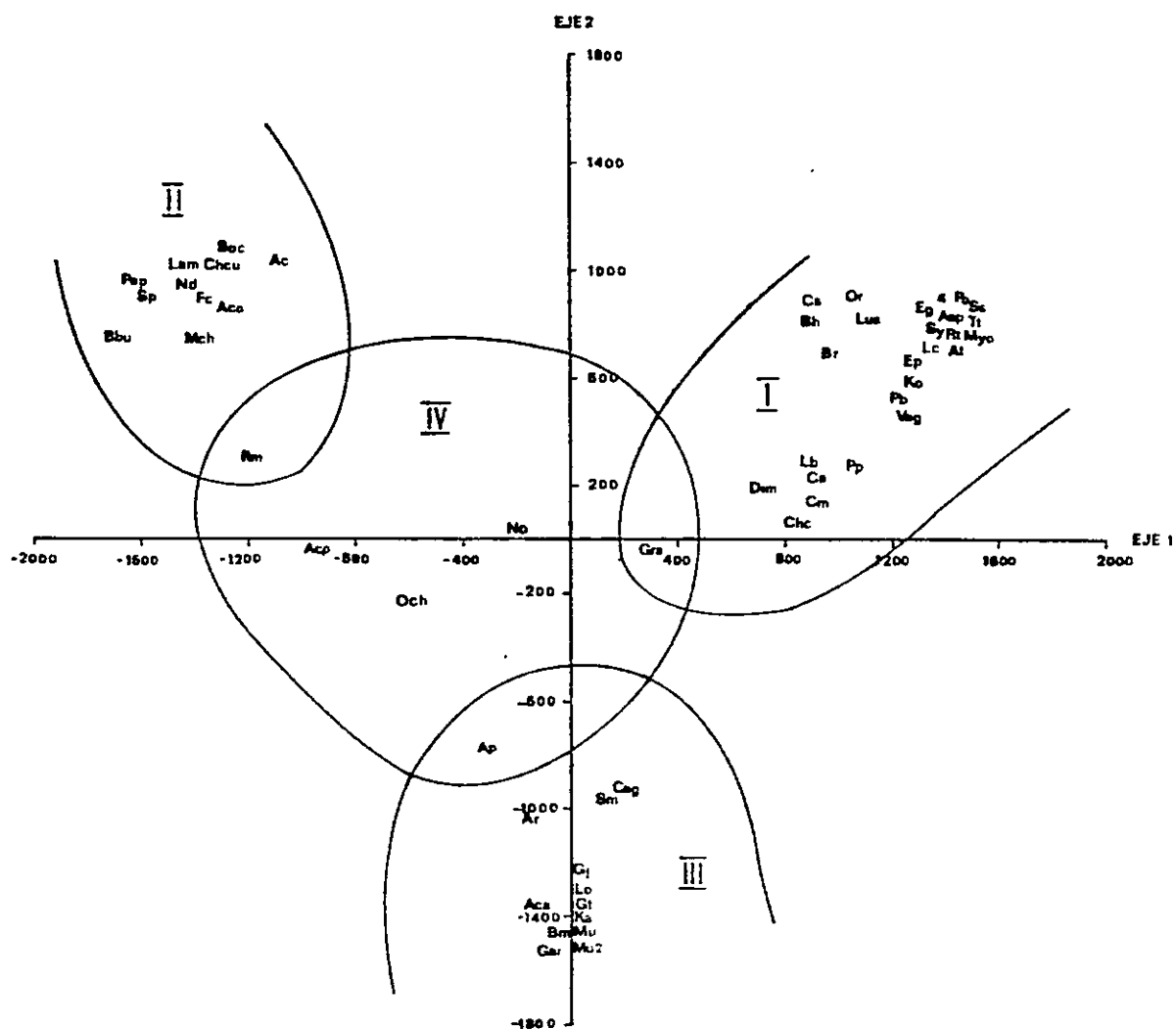


FIGURA 15. Ordenación de las especies de todas las localidades con correlaciones mayores de 50% a los ejes 1 y 2 del AFC. Nombres completos de las especies en Apéndice 3.2.

al Elemento de Transición de las comunidades del norte, bien representado en Alto de Cantillana. Entre estas especies hay algunas que solamente están presentes en Alto de Cantillana, y otras que se encuentran en Sierras de Bellavista, Cerro de la Campana, Quebrada del Roble.

Azara petiolaris presenta una situación interesante, puesto que está presente en varias localidades, Cerro de la Campana, Sierras de Bellavista, Baños de Chillán y Alto de Cantillana. Por este motivo aparece en una posición más cercana al origen, quedando también incluida en el Grupo IV (Fig. 15).

El Grupo IV está constituido por unas pocas especies presentes en varias localidades, o en todas en el caso del roble, la especie más cercana al origen. Las gramíneas también aparecen muy cercanas al origen, puesto que en todas las localidades había algún representante de esta familia, que en la mayoría de los casos no pudo ser identificado. Las cuatro especies restantes son: *Acaena pinnatifida*, *Azara petiolaris*, *Osmorhiza chilensis* y *Ribes magellanicum*.

Resumiendo, las muestras son heterogéneas entre sí ya que la varianza explicada por cada eje construido por el AFC es baja (Tabla 10). Esto se aprecia claramente en el hecho que las parcelas de las diferentes localidades, salvo las de Quebrada del Roble y Baños de Chillán, están por lo general correlacionadas por comunidad, a ejes distintos (Apéndice 3.1). La distintividad de las muestras de Quebrada del Roble y Baños de Chillán se refleja también en su gran separación en el eje 1 (Fig. 14). Este eje representaría las diferencias en composición florística entre los bosques, mientras que el eje 2 podría reflejar el

gradiente de aridez, separando las comunidades del norte y del sur.

Con respecto a estos dos ejes se pueden identificar tres agrupamientos, tanto de parcelas (Fig. 14), como de especies (Fig. 15), que son similares para los dos casos. Es interesante el hecho que no hay especies que aparezcan claramente asociadas a *Nothofagus obliqua* (Fig. 15).

DISCUSION

1. Tendencias demográficas en poblaciones de *Nothofagus obliqua*

Se propuso que en ausencia de perturbaciones a gran escala (e.g., volcanismo), y en condiciones bióticas y abióticas favorables, las poblaciones de *Nothofagus obliqua* debieran exhibir distribuciones de edades que se ajustan al modelo de potencia o curva Tipo III de Deevey. En condiciones desfavorables, en cambio, se esperaría encontrar desviaciones con respecto a este modelo de sobrevivencia, reflejadas particularmente en la disminución o ausencia de regeneración. Se discutió además, la variación de las condiciones ambientales que influirían en el crecimiento del roble a lo largo de su rango de distribución, proponiéndose que éstas serían favorables en torno a los 37°S, en el área comprendida hasta el límite altitudinal inferior de las formaciones de bosque Nordpatagónico y Subantártico caducifolio. Por otro lado, las condiciones ambientales serían desfavorables para el crecimiento del roble, en los ámbitos del bosque esclerófilo y del bosque Valdiviano; en el primer caso, debido a la aridización Postglacial del clima, acompañada de la expansión de especies esclerófilas mejor adaptadas, y en el sector del bosque Valdiviano, debido a los efectos de sombreamiento por otras especies arbóreas, que terminarían por desplazar al roble en ausencia de perturbaciones.

Relación entre edad y DAP

El análisis demográfico se basó en las estructuras de tamaños (DAP) de las poblaciones, que es el método comúnmente usado al trabajar con especies arbóreas (e.g., Veblen 1979; Schmidt y Urzúa 1982; Donoso et al. 1984). La estructura de DAP es homologable a una estructura de edad en todas las poblaciones, salvo en Bío-Bío (Tabla 4). La falta de correlación entre DAP y edad en esta última población, se debería a la presencia de un elevado número de árboles de mayor edad, que presentan valores pequeños de DAP (Fig. 4), probablemente individuos suprimidos por efectos de sombreamiento del bosque. En efecto, este bosque presentaba una gran riqueza de especies arbóreas, entre ellas *Nothofagus alpina* es especialmente importante, por su abundancia y similitud de características de historia de vida y de requerimientos con el roble, además de otras especies del Elemento Valdiviano (e.g., *Lomatia hirsuta*, *Gevuina avellana*).

En la población de Sierras de Bellavista se obtuvo una correlación significativa entre edad y DAP, aunque más baja que en las otras poblaciones (Tabla 4). Como en Bío-Bío, esto es nuevamente evidencia de una proporción alta de individuos suprimidos por efecto de sombreamiento del bosque (Fig. 4). En este caso, sin embargo, el sombreamiento sería por efecto de la gran cobertura del roble mismo (Tabla 2).

Algunos autores postulan que es lícito estudiar la dinámica de las poblaciones a través de la distribución de tamaños (e.g., DAP), puesto que la reproducción de las plantas es dependiente del tamaño, más que

de la edad (Harper 1977). Aunque existan dudas sobre la validez de usar la distribución de DAP como estimador de la estructura de edades en algunas poblaciones estudiadas, lo más importante para los fines de este estudio, era determinar si había regeneración. Para contestar esta pregunta basta con determinar la presencia de individuos juveniles o plántulas, y su representación en la población. Es posible, por lo tanto, hacer inferencias acerca de la dinámica de las poblaciones en base a diferencias en la proporción de juveniles, con respecto a la representación de las clases de mayor edad (o DAP).

Dinámica de las poblaciones

Los resultados indican que las poblaciones de roble de Cerro de la Campana, Alto de Cantillana, Quebrada del Roble, Sierras de Bellavista y Bío-Bío no se regeneran en forma continua, como se deduce de la ausencia o escasez de plántulas y juveniles (Tabla 2). Sin embargo, la población de Baños de Chillán representa una situación diferente, tanto por la gran abundancia de plántulas (Tabla 6), como por la mayor proporción de individuos en las clases de menor DAP (Fig. 6). Esta distribución de DAP refleja un proceso de incorporación continua de nuevos individuos a la población. Esta tendencia se ve confirmada por la obtención del mejor ajuste al modelo de potencia (Fig. 6).

Las poblaciones de Sierras de Bellavista y Bío-Bío presentan distribuciones similares de DAP (Fig. 6b y 6d, respectivamente) que no se ajustan (Bío-Bío) o presentan un ajuste bajo al modelo de potencia (Sierras

de Bellavista). Sin embargo, la gran cantidad de plántulas en Sierras de Bellavista, podrían significar la incorporación masiva de nuevos individuos a la población en un futuro cercano. La baja proporción de individuos juveniles sugieren que estos episodios de regeneración ocurren esporádicamente, en contraste con la regeneración continua observada en Baños de Chillán. La periodicidad de la regeneración resultaría en poblaciones predominantemente coetáneas, lo que se expresaría en una distribución de DAP con una proporción alta de individuos en una o unas pocas clases de tamaño (Schmidt y Urzúa 1982). Esta situación es la encontrada en Sierras de Bellavista y en Bío-Bío, aunque no es posible confirmar la coetaneidad de las poblaciones, debido a que en ellas se encuentran las correlaciones más bajas entre edad y DAP. Cabe mencionar, que una relación pobre entre DAP y edad podría ser también una consecuencia del estrecho rango de edades en una población, es decir, de su coetaneidad. En consecuencia, los resultados son consistentes con la hipótesis de la ocurrencia episódica de regeneración en ambas poblaciones. Uno de estos ciclos se podría estar iniciando actualmente en Sierras de Bellavista. En Alto de Cantillana la situación podría ser similar, con la diferencia que el último ciclo de regeneración habría ocurrido más recientemente que en las poblaciones de Sierras de Bellavista y Bío-Bío (Fig. 6a). La mayor parte de los individuos en Alto de Cantillana están incluidos en la clase juveniles y las tres clases de DAP siguientes (Fig. 6a). La falta de regeneración actual se refleja en la disminución relativa de los juveniles y la casi total ausencia de plántulas (Tabla 6).

La total ausencia de plántulas y de individuos juveniles (originados de semilla) en Cerro de la Campana y Quebrada del Roble (Tabla 2), sugieren una situación aún más extrema que en las otras poblaciones que exhiben una regeneración pobre. En Cerro de la Campana se hace difícil proponer la existencia de ciclos naturales de regeneración, debido a que la población ha sido devastada por la actividad humana, tal como se desprende de la casi total coetaneidad de los troncos mayores de los individuos de tocón. En Quebrada del Roble, en cambio, pareciera que no ocurre regeneración por semilla desde hace mucho tiempo, y que la población subsiste principalmente por medio de reproducción vegetativa. Esta localidad presenta además, la densidad más baja de árboles adultos (Tabla 2). Es interesante hacer notar que en esta localidad, los robles presentaban el peor estado de conservación de la madera, evidenciado en la alta proporción de testigos inservibles (Tabla 3), sugiriendo al igual que sus DAP una elevada edad de los troncos (Fig. 7a).

Los análisis realizados no permiten descartar totalmente los efectos que la historia de intervención humana pueda haber tenido sobre la dinámica de las poblaciones estudiadas. La evidencia en favor de la hipótesis de que los distintos grados de favorabilidad ambiental determinarían dinámicas poblacionales diferentes en el roble, se ve limitada por la imposibilidad de descartar y también de cuantificar, en base a los datos presentados, la influencia del hombre sobre las tasas de reproducción por semilla, o vegetativa. No obstante, las correlaciones presentadas en las Figs. 8, 9 y 10 sugieren que el impacto humano en función de las variables consideradas, aunque presente, no habría modificado las tendencias generales que se proponen y discuten.

2. Tendencias vegetacionales en los bosques de *Nothofagus obliqua*

Se propuso que asociados a los cambios de dinámica poblacional de *N. obliqua* como consecuencia de distintos grados de favorabilidad ambiental, se debieran encontrar diferencias en la estructura de la comunidad. En situaciones ambientales desfavorables, hacia los extremos del rango distribucional del roble, las comunidades debieran incluir a un número mayor de especies, y el roble debiera exhibir un grado menor de abundancia. En situaciones ambientales favorables en cambio, en la región central de su área de distribución, el roble presentaría una mayor dominancia y estaría acompañado por un número menor de especies.

Los resultados muestran que las localidades ubicadas hacia los extremos norte y sur del área de estudio presentan números de especies más elevados en todos los estratos vegetacionales (arbóreo-arbustivo y herbáceo). Esto se refleja en (1) una menor pendiente de las curvas de dominancia-diversidad de las especies de los estratos arbóreo y arbustivo, que se aproximan a una distribución log-normal de los valores de importancia (Whittaker 1975); (2) una mayor heterogeneidad de origen de las especies (Fig. 11), y (3) una menor dominancia del roble (Tabla 9). En particular, la localidad de Quebrada del Roble presenta un caso extremo en que el roble apenas comprende un cuarto de la cobertura de la vegetación.

En las localidades de Sierras de Bellavista y Baños de Chillán, en cambio, los números de especies son notoriamente menores en todos los estratos vegetacionales y existe una mayor homogeneidad florística. En efecto, en estas localidades se encuentran representados

principalmente los Elementos Relicto, Margen de Bosque y Transición, que son comunes a todas las localidades. La presencia de *Nothofagus dombeyi* en Baños de Chillán, determina una disminución del valor de importancia del roble en esta comunidad. En Sierras de Bellavista, en contraste, el roble alcanza su máxima dominancia en el gradiente latitudinal, en ausencia de otras especies arbóreas importantes. De hecho, las curvas de dominancia-diversidad para los estratos arbóreo y arbustivo presentan pendientes pronunciadas, aproximándose a series geométricas (Whittaker 1975).

Las comunidades de roble presentan una composición florística que varía latitudinalmente, en relación con el ámbito vegetacional local. Las comunidades del norte presentan un aporte importante de especies esclerófilas y relictas, las que desaparecen más al sur para ser reemplazadas por especies del bosque Valdiviano. El análisis de la distribución de Elementos Fitogeográficos y la separación de grupos en el primer eje del AFC confirman esta tendencia. En ambos análisis las especies (o parcelas) quedan separadas en tres grupos: las que pertenecen a la "situación nortina", las del "centro" y las del "sur". En efecto, los tres grupos de comunidades son tan distintos entre sí, que no se puede hablar de una flora típicamente asociada al roble, ya que las especies van cambiando paulatinamente con la latitud. De las pocas especies que aparecen asociadas al roble, *Osmorhiza chilensis* y *Acaena pinnatifida* no son importantes, ya que se trata de hierbas colonizadoras que crecen en una gran variedad de comunidades vegetales y en un amplio rango geográfico (Constance y Shan 1948; Grondona 1964; Rojas, G., comunicación personal).

Las tendencias altitudinales en general son concordantes con los cambios de favorabilidad ambiental para el roble esperados en el gradiente latitudinal. En las localidades del norte, en donde el ambiente sería más favorable para los robles en los sectores más altos, los números de especies en todos los estratos aumentan y la dominancia del roble disminuye en las zonas bajas. Esta tendencia es especialmente clara en Cerro de la Campana. Como sería de esperar, el número de especies del Elemento Esclerófilo aumenta en sentido opuesto a la dominancia del roble. En Baños de Chillán, que representa la "situación centro", prácticamente no hay diferencia en el número de especies con la altura, sin embargo, la cobertura del roble es mayor en la zona baja, en donde el ambiente sería más favorable, es decir, fuera del ámbito del bosque Nordpatagónico y Subantártico caducifolio. Más al sur, en cambio, se encuentra nuevamente una tendencia a la disminución de la dominancia del roble a menores alturas, como consecuencia de la presencia de numerosas especies arbóreas del bosque Valdiviano en el sector bajo. Este es el caso de la localidad de Bío-Bío.

3. Conclusión

El objetivo central de este trabajo era proponer posibles mecanismos de cambio y mantención para las comunidades de *Nothofagus obliqua* en Chile Central.

En las comunidades ubicadas en ambientes favorables para el roble, definidas por condiciones climáticas méxicas y con un número bajo de

especies arbóreas, las distribuciones de DAP del roble y la abundancia de plántulas revelan una tendencia hacia la regeneración continua, probablemente asociada a la formación de claros en el bosque. La población de Baños de Chillán es representativa de un bosque con esta dinámica. En esta región no se descarta la presencia de ciclos de regeneración de mayor duración sobrepuestos a este patrón de regeneración continua, como podría inferirse de la distribución bimodal de DAP para la población de Baños de Chillán (Fig. 6c). Una dinámica similar, con ajuste de la estructura de edades al modelo de potencia, junto a ciclos de regeneración, ha sido descrita para otras poblaciones arbóreas de clima templado por Hett y Loucks (1976).

En las comunidades ubicadas en ambientes comparativamente desfavorables, los robles se encuentran generalmente en los lugares donde otras especies arbóreas de la región no están presentes. Este sería el caso de las comunidades boreales de roble (como las de Cerro de la Campana, Alto de Cantillana y Sierras de Bellavista) ubicadas por sobre el límite altitudinal de la zona de crecimiento del bosque esclerófilo, y de las del extremo sur citadas por Veblen y Ashton (1978), ubicadas en lugares recientemente sujetos a devastación natural. En ausencia de perturbaciones extensas arealmente, el roble sería desplazado de las comunidades del sur y finalmente reemplazado por las especies arbóreas del bosque Valdiviano (Veblen 1985a). En la zona de mayor aridez localizada más al norte, en cambio, el roble no sería desplazado tan rápidamente, ya que persiste en la actualidad bajo un régimen sin perturbaciones frecuentes. A pesar de las diferencias en los regímenes de perturbación, la dinámica de las poblaciones boreales de roble sería similar a las del

extremo sur de su distribución. En ambos sectores del rango geográfico del roble la reproducción no sería continua, sino que ocurriría en ciclos que generan distribuciones de DAP que sugieren coetaneidad de las poblaciones. En el extremo sur, en la zona andina, los ciclos de regeneración de las poblaciones de roble estarían determinados por la ocurrencia de perturbaciones masivas asociadas con volcanismo y sismos, como ha sido documentado por Veblen y Ashton (1978) y Veblen et al. (1979). A diferencia de las poblaciones del sur, en el norte los ciclos serían consecuencia de la variación en las condiciones climáticas, generalmente desfavorables. Es posible que durante los intervalos entre los períodos favorables para la regeneración, los individuos aumenten o mantengan su número a través de reproducción vegetativa.

En muchas especies arbóreas se ha descrito la existencia de períodos cortos de regeneración masiva, separados por largos intervalos de regeneración escasa o nula (Waller 1979; Silvertown 1980). Estos ciclos podrían estar determinados por factores internos de la comunidad (e.g., atributos genéticos de las especies que determinan floraciones masivas y/o mayor sobrevivencia de las semillas y plántulas), o factores externos a la comunidad (e.g., ciclos climáticos o condiciones climáticas particulares que propician floraciones masivas y/o mayor sobrevivencia de plántulas y semillas). En el caso de *Nothofagus* se han descrito floraciones masimas en especies de Nueva Zelandia (Poole 1949; Franklin 1977). En el caso de los bosques de roble en Chile, las causas de los ciclos podrían ser factores ambientales fundamentalmente externos a la comunidad en las poblaciones boreales, mientras que en el extremo sur se deberían tanto a factores internos que impiden la regeneración (sombreamiento por otras

especies), como a factores externos que inician un ciclo reproductivo (e.g., volcanismo).

En los diferentes ambientes en que se distribuyen los bosques de roble en Chile, la intervención humana puede tener diversos efectos sobre las poblaciones de esta especie. En las poblaciones del sur, la intervención si es a baja escala, podría significar la mantención de una población en ausencia de perturbaciones naturales masivas. En las poblaciones más boreales, en cambio, la destrucción del bosque a pequeña o gran escala podría significar la desaparición de la especie de una localidad, puesto que las condiciones climáticas son generalmente desfavorables para la implantación de nuevos miembros a la población y las fuentes de semillas son escasas. En estas situaciones la capacidad de regeneración vegetativa del roble, que parece ser muy alta (e.g., Cerro de la Campana y Quebrada del Roble), podría estar prolongando la persistencia de las poblaciones.

Las poblaciones de roble que presentan regeneración más irregular, i.e. las septentrionales y la del sur, por lo general forman parte de comunidades vegetales más heterogéneas en procedencia de las especies leñosas y con una mayor riqueza florística. La comunidad relicta de Sierras de Bellavista es una interesante excepción. A pesar que en esta localidad la comunidad es pobre en especies y en diversidad de procedencias, como la de Baños de Chillán donde el roble se regenera en forma continua, en Sierras de Bellavista su regeneración es aparentemente discontinua. El caso de Sierras de Bellavista es consistente con la hipótesis de que, en las comunidades más septentrionales, la reproducción

sería limitada por la aridez y no por la presencia de otras especies arbóreas, como ocurre más al sur. Por otro lado, en esta comunidad la intervención humana ha sido menor que en otras poblaciones, tal como lo atestigua el bajo número de tocones, lo cual refuerza la idea de que es el ambiente físico y no el efecto del hombre el que impone restricciones a la regeneración del roble.

REFERENCIAS

- ABRAHAMSON, W.G. (1980) Demography and vegetative reproduction. En: O.T. Solbrig (ed.) Demography and Evolution in Plant Populations. Botanical Monographs, Vol. 15, University of California Press: 89-106.
- ARMESTO, J.J. y J.A. MARTINEZ (1978) Relations between vegetation structure and slope aspect in the Mediterranean Region of Chile. *Journal of Ecology*, 66: 881-889.
- ARMESTO, J.J. y S.T.A. PICKETT (1985) A mechanistic approach to the study of succession in the Chilean matorral. *Revista Chilena de Historia Natural*, 58: 9-17.
- ASCHMANN, H. y C. BAHRE (1977) Man's impact on the wild landscape. En: H.A. Mooney (ed.) Convergent Evolution in Chile and California. US/IBP Synthesis Series Nº5, Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg, Pennsylvania: 73-84.
- BARBOUR, M.G., J.H. BURK y W.D. PITTS (1980) Terrestrial Plant Ecology. The Benjamin/Cummings Publishing Company.
- BENZECRI, J.-P. (1969) Statistical analysis as a tool to make patterns emerge from data. En: S. Watanabe (ed.) Methodologies of Pattern Recognition. Academic Press, New York: 35-60.
- BENZECRI, J.-P. (1973) L'Analyse des Données: II. L'Analyse des Correspondances. Paris: Dunod.
- CLEMENTS, F.E. (1916) Plant Succession: an Analysis of the Development of Vegetation. Carnegie Institution of Washington Publication Nº242.
- DARLINGTON Jr., P.J. (1965) Biogeography of the Southern End of the World. McGraw-Hill Book Company, U.S.A.
- DEEVEY, E.S. (1947) Life tables for natural populations of animals. *Quarterly Review of Biology*, 22: 283-314.
- DI CASTRI, F. y E.R. HAJEK (1976) Bioclimatología de Chile. Imprenta Editorial de la Universidad Católica de Chile, Santiago.
- DONOSO, C. (1975a) Distribución ecológica de las especies de *Nothofagus* en la zona mesomórfica. Boletín Técnico Nº33, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.
- DONOSO, C. (1975b) Variabilidad de las poblaciones de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. en su área de distribución geográfica. Boletín Técnico Nº32, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

- DONOSO, C. (1979) Genecological differentiation in *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. in Chile. *Forest Ecology and Management*, 2: 53-66.
- DONOSO, C. y L.R. LANDRUM (1979) *Nothofagus leoni* Espinosa, a natural hybrid between *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. and *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser. *New Zealand Journal of Botany*, 17: 353-360.
- DONOSO, C., R. GREZ, B. ESCOBAR y P. REAL (1984) Estructura y dinámica de bosques del tipo forestal siempreverde en un sector de Chiloé insular. *Bosque*, 5: 82-104.
- DRURY, W.H. y I.C.T. NISBET (1973) Succession. *Journal of the Arnold Arboretum*, 54: 331-368.
- EMBERGER, L. (1955) Une classification biogéographique des climats. *Revueil des Travaux des Laboratoires de Botanique, Géologie et Zoologie (Faculté des Sciences, Montpellier), Série Botanique*, Fasc. 7: 3-43.
- FRANKLIN, D.A. (1977) Beech seedfalls in some South Island lowland forests. *Beech Research News*, 5: 9-13.
- GAUCH, H.G. (1982) *Multivariate Analysis in Community Ecology*. Cambridge University Press.
- GREIG-SMITH, P. (1983) *Quantitative Plant Ecology*. *Studies in Ecology Vol. 9*, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, Third Edition.
- GRIME, J.P. (1979) *Plant Strategies & Vegetation Processes*. John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto.
- HARPER, J.L. (1977) *Population Biology of Plants*. Academic Press, London and New York.
- HAYS, J.D., J.A. LOZANO, N. SHACKLETON y G. IRVING (1976) Reconstruction of the Atlantic and Indian Ocean sectors of the 18.000 B.P. Antarctic Ocean. En: R.M. Cline & J.D. Hays (eds.) *Geological Society of America Memoir*, 145: 337-372.
- HETT, J.M. (1971) A dynamic analysis of age in sugar maple seedlings. *Ecology*, 52: 1071-1074.
- HETT, J.M. y O.L. LOUCKS (1976) Age structure models of Balsam Fir and Eastern Hemlock. *Journal of Ecology*, 64: 1029-1044.
- HEUSSER, C.J. (1974) Vegetation and climate of Southern Chilean Lake District during and since the last Interglaciation. *Quaternary Research*, 4: 290-315.
- HEUSSER, C.J. (1983a) Late Quaternary climates of Chile. *SASQUA International Symposium, Swaziland*, 59-83.
- HEUSSER, C.J. (1983b) Quaternary pollen record from Laguna de Tagua Tagua, Chile. *Science*, 219: 1429-1432.

- HEUSSER, C.J. (1984) Late-Glacial-Holocene climate of the Lake District of Chile. *Quaternary Research*, 22: 77-90.
- HOFFMANN, A. (1978) *Flora Silvestre de Chile. Zona Central*. Ediciones Fundación Claudio Gay.
- HOFFMANN, A. (1982) *Flora Silvestre de Chile. Zona Austral*. Ediciones Fundación Claudio Gay.
- HUMPHRIES, C.J. (1981) Biogeographical methods and the southern beeches. En: Forey, P.L. (ed.) *The Evolving Biosphere*. Cambridge University Press. pp., 283-297.
- LEAK, W.B. (1975) Age distribution in Virgin Red Spruce and Northern Hardwoods. *Ecology*, 56: 1451-1454.
- MARGALEF, R. (1968) *Perspectives in Ecological Theory*. University of Chicago Press, Chicago.
- MERCER, J.H. (1983) Cenozoic glaciation in the Southern Hemisphere. *Annual Review Earth Planetary Science*, 11: 99-132.
- MILLER, P.C. y E. HAJEK (1981) Resource availability and environmental characteristics of mediterranean type ecosystems. En: P.C. Miller (ed.) *Resource Use by Chaparral and Matorral*. Ecological Studies 39, Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin. pp., 17-41.
- MUELLER-DOMBOIS, D. y H. ELLENBERG (1974) *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- MUÑOZ, M. (1980) *Flora del Parque Nacional Puyehue*. Editorial Universitaria S.A.
- NAHAL, I. (1981) The mediterranean climate from a biological viewpoint. En: F. di Castri, D.W. Goodall y R.L. Specht (eds.) *Ecosystems of the World 11. Mediterranean-Type Shrublands*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York pp., 63-86.
- NAVAS, L.E. (1976) *Flora de la Cuenca de Santiago de Chile. Tomo II. Dicotyledoneae - Achichlamydeae*. Ediciones de la Universidad de Chile.
- NAVAS, L.E. (1979) *Flora de la Cuenca de Santiago de Chile. Tomo III*. Ediciones de la Universidad de Chile.
- OBERDORFER, E. (1960) *Pflanzensoziologische Studien in Chile*. J. Cramer Verlag, Weinheim.
- ODUM, E. (1969) The strategy of ecosystem development. *Science*, 164: 262-270.
- PEET, R.K. y N.L. CHRISTENSEN (1980) Succession: a population process. *Vegetatio*, 43: 131-140.

- PEREZ, C. (1984) Distribución de abundancias, segregación espacial y diversidad de especies en los bosques relictos de la Zona Mediterránea de Chile. Tesis, Facultad de Medicina, Universidad de Valparaíso.
- PICKETT, S.T.A. y P.S. WHITE (1985) Patch dynamics: a synthesis. En: S.T.A. Pickett y P.S. White (eds.) The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Academic Press, Inc., Orlando. pp., 371-384.
- POOLE, A.L. (1949) The flowering of beech. Tuatara, 422-427.
- RAVEN, P.H. (1973) The evolution of Mediterranean floras. En: F. di Castri y H.A. Mooney (eds.) Mediterranean Type Ecosystems. Springer Verlag, New York. pp., 213-224.
- RODRIGUEZ, R., D. MATTHEI y M. QUEZADA (1983) Flora Arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción, Chile.
- ROMERO, E.J. (1978) Paleoecología y paleofitogeografía de las taofloras del Cenofítico de Argentina y áreas vecinas. Ameghiniana, 15: 209-227.
- RUNDEL, P.W. (1981) The matorral zone of Central Chile. En: F. di Castri, D.W. Goodall y R.L. Specht (eds.) Ecosystems of the World 11. Mediterranean-Type Shrublands. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York. pp., 175:201.
- SARUKAHN, J. (1978) Studies on the demography of tropical trees. En: P.B. Tomlinson y M.H. Zimmermann (eds.) Tropical Trees as Living Systems. Cambridge University Press. pp., 163-184.
- SCHMIDT, H. y A. URZUA (1982) Transformación y manejo de los bosques de lenga en Magallanes. Ciencias Agrícolas Nº11, Universidad de Chile.
- SCHMITHÜSEN, S. (1956) Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation. Bonner Geographische Abhandlungen, 17: 1-89.
- SHANNON, C.E. y W. WEAVER (1949) The Mathematical Theory of Communication. University Illinois Press, Urban, Ill.
- SILVERTOWN, J.W. (1980) The evolutionary ecology of mast seeding in trees. Biol. J. Linn. Soc., 14: 235-250.
- SILVERTOWN, J.W. (1982) Introduction to Plant Population Ecology. Longman, London and New York.
- SIMPSON, B.B. (1979) Quaternary biogeography of the high montane regions of South America. En: W.E. Duellman (ed.) The South American Herpetofauna: Its Origin, Evolution, and Dispersal. Museum of Natural History. University of Kansas, Lawrence, Kansas. pp., 157-188.
- TERBORGH, J. (1973) On the notion of favorableness in plant ecology. American Naturalist, 107: 481-501.

- TORRES G., T. (1984) *Nothofagoxylon antarcticus* n. sp., madera fósil del Terciario de la isla Rey Jorge, islas Shetland del Sur, Antártica. Ser. Cient. INACH, 31: 39-52.
- TORRES, T. y M. RALLO (1981) Anatomía de troncos fósiles del Cretácico Superior de Pichasca, en el norte de Chile. Anais II Congreso Latino-Americano Paleontología, Porto Alegre. pp., 385-398.
- VAN HUSEN, C. (1967) Klimagliederung in Chile auf der Basis von Häufigkeitsverteilungen der Niederschlagssummen. Freiburger Geographische Hefte, 4: 1-113.
- VEBLEN, T.T. (1979) Structure and dynamics of *Nothofagus* forests near timberline in south-central Chile. Ecology, 60: 937-945.
- VEBLEN, T.T. (1980) Regeneration patterns in subalpine *Nothofagus* forests in south-central Chile. En: U. Benecke y M.R. Davis (eds.) Mountain Environments and Subalpine Tree Growth. New Zealand Forest Service, Wellington. pp., 179-193.
- VEBLEN, T.T. (1985a) Stand dynamics in Chilean *Nothofagus* forests. En: S.T.A. Pickett y P.S. White (eds.) The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Academic Press, Inc. Orlando. pp., 35-51.
- VEBLEN, T.T. (1985b) Forest development in tree-fall gaps in the temperate rain forests of Chile. National Geographic Research, Spring 1985: 162-183.
- VEBLEN, T.T. y D.H. Ashton (1978) Catastrophic influences on the vegetation of the Valdivian Andes, Chile. Vegetatio, 36: 149-167.
- VEBLEN, T.T. D.H. ASHTON y F.M. SCHLEGEL (1979) Tree regeneration strategies in a lowland *Nothofagus*-dominated forest in South-Central Chile. Journal of Biogeography, 6: 329-340.
- VEBLEN, T.T., C. DONOSO, F.M. SCHLEGEL y B. ESCOBAR (1981) Forest dynamics in South-Central Chile. Journal of Biogeography, 8: 211-247.
- VEBLEN, T.T. y F.M. SCHLEGEL (1982) Reseña ecológica de los bosques del sur de Chile. Bosque, 4: 73-115.
- VEBLEN, T.T., F.M. SCHLEGEL y B. ESCOBAR (1980) Structure and dynamics of old-growth *Nothofagus* forests in the Valdivian Andes, Chile. Journal of Ecology, 68: 1-31.
- VILLAGRAN, C. (1980) Vegetationsgeschichtliche und pflanzensociologische Untersuchungen im Vicente Pérez Rosales Nationalpark (Chile). Dissertationes Botanicae, 54: 1-165.
- VILLAGRAN, C. (1985) Análisis palinológico de los cambios vegetacionales durante el Tardiglacial y Postglacial en Chiloé, Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 58: 57-69.

- VILLAGRAN, C. y J.J. ARMESTO (1980) Relaciones florísticas entre las comunidades relictuales del Norte Chico y la Zona Central con el bosque del sur de Chile. Boletín del Museo de Historia Natural, 37: 87-101.
- VILLAGRAN, C., M. RIVEROS, R. VILLASEÑOR y M. MUÑOZ (1980) Estructura florística y fisionómica de la vegetación boscosa de la Quebrada de Córdoba (El Tabo), Chile Central. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso, 13: 71-91.
- WALLER, D.M. (1979) Models of mast fruiting in trees. J. Theor. Biol., 80: 223-232.
- WEINBERGER, P. (1977) The regeneration of the Araucano-Patagonic *Nothofagus* species in relation to microclimatic conditions. Tuatara, 22: 245-265.
- WHITTAKER, R.H. (1965) Dominance and diversity in land plant communities. Science, 147: 250-260.
- WHITTAKER, R.H. (1975) Communities and Ecosystems. Macmillan Publishing Co., Inc., Second Edition.

A P E N D I C E 1.

Valores de cobertura relativa de las especies de los estratos arbóreo-arbustivo de los bosques de *Nothofagus obliqua* en cada localidad. Los promedios y desviaciones standard ($\bar{X} \pm SD$) se indican en cada caso para cada franja altitudinal y para el gradiente completo. A continuación del nombre de cada especie aparece la abreviatura con que son designadas en las Figs. 12 y 15.

1.2 Alto de Cantillana

ESPECIE	ABREVIATURA	1900 - 1690 m							1680 - 1490 m							1900 - 1490 m	
		1	2	3	4	5	$\bar{X} \pm SD$	6	7	8	9	10	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$			
<i>Alchemilla nevadica</i>	Ar	0.0	0.0	0.0	0.23	0.0	0.05 ± 0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.02 ± 0.07			
<i>Aristida chitensis</i>	Ach	1.53	14.14	34.03	0.57	0.0	10.05 ± 14.62	10.65	1.15	1.93	8.37	0.0	4.42 ± 4.77				
<i>Azusa integrifolia</i>	Al	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.48	0.0	0.0	0.10 ± 0.21				
<i>Azusa petiolaris</i>	Ap	21.25	2.10	14.74	23.27	22.71	16.81 ± 8.90	9.61	17.86	9.18	24.39	10.04	14.82 ± 7.89				
<i>Baccharis bezanillaana</i>	Bb	0.0	0.52	0.0	0.0	0.0	0.10 ± 0.23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.05 ± 0.16				
<i>Berberis montana</i>	Bm	0.92	0.65	0.0	0.46	0.69	0.54 ± 0.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.27 ± 0.37				
<i>Cedrelopsis albertensis</i>	Cs1	0.0	0.26	0.0	0.0	0.0	0.05 ± 0.12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.03 ± 0.08				
<i>Calceolaria glaberrima</i>	Cag	0.61	0.52	0.0	4.11	0.0	1.05 ± 1.74	0.0	0.0	0.72	0.32	1.38	0.77 ± 1.26				
<i>Chusquea camingii</i>	Chc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	1.04	0.10 ± 0.33				
<i>Citronella mucronata</i>	Cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.29	0.0	0.0	0.0	0.71 ± 2.25				
<i>Cryptantha alba</i>	Ca	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.40 ± 0.70				
<i>Dianconea reticulata</i>	Dr	0.0	0.0	0.0	1.83	0.0	0.37 ± 0.82	0.0	1.44	0.72	0.0	0.0	0.43 ± 0.64				
<i>Diplopappus menziesii</i>	Dim	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.12	0.0	0.0	0.01 ± 0.04				
<i>Escallonia rubra</i>	Er	0.0	0.13	0.48	0.0	0.0	0.12 ± 0.21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.06 ± 0.51				
<i>Galium richardsonum</i>	Gar	0.0	0.0	0.0	2.06	0.0	0.41 ± 0.92	0.0	0.0	0.0	0.0	2.25	0.45 ± 1.01				
<i>Glechoma foliolosa</i>	Gf	0.0	0.0	0.0	3.20	14.79	3.60 ± 6.41	0.0	5.47	9.64	0.32	12.64	5.61 ± 5.59				
<i>Guindilla thymensis</i>	Gt	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	1.05	10.51	1.21	0.0	2.77	3.11 ± 4.25				
<i>Kageneckia angustifolia</i>	Ka	0.61	0.07	0.0	0.0	0.0	0.14 ± 0.27	0.0	1.73	0.0	0.0	0.0	0.24 ± 0.56				
<i>Kageneckia oblonga</i>	Ko	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.72	0.0	0.0	0.15 ± 0.33				
<i>Loricarhoda bicolorata</i>	Lb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.08 ± 0.17				
<i>Loranthaceae</i>	Lo	0.61	0.0	4.39	2.74	2.41	2.03 ± 1.76	0.26	0.29	0.0	2.25	0.35	0.63 ± 0.92				
<i>Luma chequen</i>	Lm	0.0	15.85	0.16	0.0	0.0	3.20 ± 7.06	14.47	0.0	0.0	0.0	0.0	2.89 ± 6.47				
<i>Maytenus boaria</i>	Mb	0.0	0.0	0.0	0.91	1.38	0.46 ± 0.65	0.26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.05 ± 0.12				
<i>Misodendron Linnaei-folium</i>	Ml	0.0	0.52	0.0	0.0	0.0	0.10 ± 0.23	0.39	0.58	2.78	0.0	0.0	0.75 ± 1.16				
<i>Muehlenbeckia haskullata</i>	Mh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	2.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.57 ± 1.27				
<i>Mulinum curmeatum</i>	Mc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.48	0.0	0.35	0.08 ± 0.18				
<i>Nettalia sp.</i>	Nu	0.0	8.38	0.0	18.96	0.0	5.47 ± 8.37	0.0	6.05	1.36	3.86	11.25	4.51 ± 4.43				
<i>Myrtilloides oblonga</i>	Mb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.58	0.72	0.64	0.0	0.39 ± 0.36				
<i>Nesophagus obliqua</i>	No	56.74	36.67	33.04	30.71	46.50	40.73 ± 10.79	40.86	51.46	43.24	50.79	53.26	47.92 ± 5.50				
<i>Pumila bolida</i>	Pb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	1.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.21 ± 0.47				
<i>Quillaja samonensis</i>	Qs	0.0	0.0	3.76	0.0	0.0	0.75 ± 1.68	0.0	0.0	5.10	0.0	0.35	1.09 ± 2.25				
<i>Ribes gayanum</i>	Rg	0.0	11.92	0.0	3.43	0.0	3.07 ± 5.17	12.89	0.0	16.03	0.0	0.0	5.78 ± 8.00				
<i>Satureja gilliesii</i>	Sag	0.0	0.0	0.0	0.46	0.0	0.09 ± 0.21	0.0	0.0	0.24	0.0	0.0	0.05 ± 0.11				
<i>Schinus molle</i>	Sm	17.73	7.99	9.41	7.08	11.53	10.75 ± 4.25	5.26	2.59	5.30	1.93	2.94	3.60 ± 1.57				
<i>Valeriana grandifolia</i>	Vag	0.0	0.26	0.0	0.0	0.0	0.05 ± 0.12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.03 ± 0.08				
<i>Vicia sp.</i>	V	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	1.38	0.28 ± 0.62				

1.3 Quebrada del Roble

ESPECIE	ABREVIATURA	190 - 50 m										\bar{X}	±	SD
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
<i>Adenophyllis serrata</i>	As	0.0	0.0	0.33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.03	±	0.10
<i>Aexteicon punctatum</i>	Aep	0.0	3.19	11.27	1.57	0.0	22.08	0.61	19.69	8.02	14.33	8.08	±	0.38
<i>Argythamnia tricuspidata</i>	At	0.0	0.37	0.0	0.0	0.0	0.36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.07	±	0.15
<i>Aristotelia chilensis</i>	Ach	0.0	2.11	1.15	0.31	0.29	3.73	0.79	0.0	0.58	0.0	0.90	±	1.19
<i>Azara integrifolia</i>	AI	0.33	0.0	1.32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.17	±	0.42
<i>Euclea concava</i>	Bc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.13	3.27	0.0	0.0	0.34	±	1.03
<i>Euclea racemosa</i>	Br	0.49	1.11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.16	±	0.37
<i>Catecolaria glabrata</i>	Cag	0.49	0.0	0.0	1.96	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.25	±	0.62
<i>Clusquea cumingii</i>	Chc	13.58	32.98	35.65	29.09	41.04	31.19	49.20	34.47	19.25	40.93	32.74	±	10.45
<i>Cissus sxlata</i>	Cs	0.0	1.59	0.0	0.0	1.63	0.12	0.26	0.0	0.0	0.0	0.36	±	0.66
<i>Citronella micronata</i>	Ca	3.50	0.37	0.0	0.0	3.92	0.0	0.0	0.05	0.16	1.09	0.91	±	1.52
<i>Cryptocarya alba</i>	Ca	20.30	2.87	2.14	25.34	11.20	0.60	1.95	3.79	27.01	9.50	10.47	±	10.19
<i>Disiphylum excelsum</i>	De	0.0	0.0	0.0	0.63	0.0	11.55	0.0	0.0	0.0	0.0	1.22	±	3.64
<i>Diptolepis menziesii</i>	Dlm	3.16	0.09	1.25	2.67	0.76	0.24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.82	±	1.19
<i>Escallonia pulverulenta</i>	Ep	3.21	4.97	1.51	0.0	0.0	0.17	0.0	0.85	0.0	0.11	1.08	±	1.71
<i>Escallonia rubra</i>	Er	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.26	0.0	0.0	0.0	0.03	±	0.08
<i>Eupatorium glechonophyllum</i>	Es	0.0	0.0	0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.04	±	0.13
<i>Eupatorium salvia</i>	Es	0.0	0.0	0.0	0.0	1.39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.14	±	0.44
<i>Kageneckia oblonga</i>	Ko	7.02	0.56	2.87	2.25	3.09	0.0	0.0	0.37	0.0	0.14	1.63	±	2.26
<i>Lardizabala bitermata</i>	Lb	2.47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.24	2.97	0.19	5.87	0.0	1.17	±	1.99
<i>Lima caustica</i>	Lc	13.37	3.33	5.18	1.44	1.90	0.0	0.0	6.37	0.0	2.19	3.38	±	4.13
<i>Lima apiculata</i>	Lua	1.44	0.0	2.71	0.08	2.58	0.58	4.26	1.87	0.51	0.27	1.43	±	1.41
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	Mh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.40	0.0	0.04	±	0.13
<i>Myrschilos oblonga</i>	Mo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.93	0.0	0.33	0.13	±	0.30
<i>Myrcogenia obtusa</i>	Myo	0.25	0.0	0.0	0.0	0.58	0.0	0.0	0.0	1.28	0.0	0.21	±	0.42
<i>Myrcogenia planipes</i>	Myo	0.0	0.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.02	±	0.06
<i>Nothofagus obliqua</i>	No	25.92	26.77	30.13	32.39	28.69	27.43	37.42	20.75	17.90	27.44	27.46	±	5.49
<i>Peumus boldus</i>	Pb	2.32	8.23	1.08	0.16	1.17	0.0	0.0	3.93	18.81	2.47	3.82	±	5.82
<i>Polanthes ovalifolius</i>	Po	1.64	0.74	2.09	0.79	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.22	0.60	±	0.74
<i>Preussia pyrifolia</i>	Pp	0.0	1.15	0.0	0.55	0.0	0.42	0.0	1.12	0.0	0.0	0.32	±	0.47
<i>Ribes trilobum</i>	Rt	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.68	0.11	0.76	0.26	±	0.55
<i>Satureja gilliesii</i>	Sag	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.13	0.0	0.0	0.0	0.01	±	0.04
<i>Senecio yegua</i>	Sy	0.0	7.98	0.25	0.47	0.0	1.28	1.99	0.47	0.11	0.0	1.26	±	2.45
<i>Senna stapiflora</i>	Ss	0.0	0.0	0.0	0.31	0.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.13	±	0.25
<i>Siphora macrocarpa</i>	Som	0.33	0.0	0.66	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	±	0.22
<i>Tristania tetrandrus</i>	Tt	0.16	1.41	0.0	0.0	0.25	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.20	±	0.44
Sp. 1	I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.03	±	0.08

1.4 Sierras de Bellavista

ESPECIE	ABREVIATURA	1652 - 1500 m									\bar{x}	±
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<i>Aristolotelia chilensis</i>	Ach	0.0	0.0	0.0	0.0	0.26	18.15	10.45	5.32	1.73	3.99	±
<i>Azara petiolaris</i>	Ap	0.0	0.0	1.73	0.0	0.0	16.62	3.56	1.12	2.85	2.88	±
<i>Saccharis sp.</i>	B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.56	0.0	0.06	±
<i>Serberis buxifolia</i>	Bbu	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10	0.01	±
<i>Serberis congestiflora</i>	Bco	0.0	0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.05	±
<i>Corymbutylon vilifolium</i>	Cv	0.0	0.0	5.08	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.62	±
<i>Geranium sp.</i>	G	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.61	0.07	±
<i>Gochnatia foliolosa</i>	Gf	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.41	0.05	±
<i>Maytenus boaria</i> Mol.	Mb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.48	0.0	0.0	0.05	±
<i>Misodendron sp.</i>	M	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.06	±
<i>Mutisia decurrens</i>	Mud	0.0	0.57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.06	±
<i>Mutisia spinosa</i>	Mus	0.0	0.0	0.0	0.0	2.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.27	±
<i>Nothofagus obliqua</i>	No	99.79	87.17	91.90	97.34	94.71	59.69	84.56	92.44	88.60	88.47	±
<i>Ribes magellanicum</i>	Rm	0.0	8.17	0.0	0.39	0.0	3.03	0.48	0.0	5.09	1.91	±
<i>Schinus molle</i>	Sm	0.0	3.63	1.30	2.26	2.58	1.01	0.48	0.56	0.61	1.38	±
<i>Solanum ligustrinum</i>	Sol	0.21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.02	±
Sp. ?	Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.0	0.0	0.06	±

1.5 Baños de Chillán

ESPECIE	ABREVIATURA	1610 - 1240			1240 - 950 m			1610 - 950 m							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	
<i>Adesmia concinna</i>	Ac	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	3.10	2.55	0.0	0.0	1.09 ± 1.51	0.49 ± 1.11
<i>Adesmia</i> sp.	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	6.04	1.21 ± 2.70	0.55 ± 1.82
<i>Azara petiolata</i>	Ap	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	22.01	5.36	0.0	5.47 ± 9.53	2.49 ± 6.67
<i>Baccharis rhomboidalis</i>	Brh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	1.15	0.23 ± 0.51	0.10 ± 0.35
<i>Baccharis acuminata</i>	Ba	0.0	0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.08 ± 0.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.04 ± 0.14
<i>Beberia buxifolia</i>	Bbu	0.0	0.0	0.0	0.0	1.76	11.82	2.26 ± 4.73	3.40	11.85	18.56	3.85	5.46	8.62 ± 6.50	5.15 ± 6.26
<i>Chusquea culzei</i>	Chcu	46.45	0.22	32.62	22.48	14.97	0.0	19.46 ± 18.33	11.12	0.0	5.53	2.20	0.0	3.77 ± 4.69	12.33 ± 15.62
<i>Dioscorea azelculata</i>	Dr	2.77	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.46 ± 1.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.25 ± 0.84
<i>Fabiana ambicata</i>	Fi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.28	0.0	0.0	0.06 ± 0.13	0.03 ± 0.08
<i>Lathyrus mallicepa</i>	Lam	0.0	0.22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.04 ± 0.09	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.02 ± 0.07
<i>Myrtena chubutensis</i>	Mch	19.26	0.0	0.0	9.43	3.77	0.0	5.41 ± 7.73	27.80	4.31	18.56	22.82	0.58	14.81 ± 11.63	9.68 ± 10.49
<i>Myrtena magellanica</i>	Mm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.57	0.0	0.0	0.11 ± 0.25	0.05 ± 0.17
<i>Nicotiana glauca</i>	M	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.39	0.15 ± 0.23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.08 ± 0.18
<i>Nothofagus dombeji</i>	Nd	0.0	58.51	33.13	19.45	0.0	24.25	22.56 ± 22.07	0.0	0.0	0.0	0.17	0.0	0.03 ± 0.08	12.32 ± 19.54
<i>Nothofagus obliqua</i>	No	14.79	34.59	34.25	39.79	76.73	63.54	43.95 ± 22.39	36.00	73.74	22.59	63.40	69.08	52.96 ± 22.42	48.05 ± 21.77
<i>Nothofagus praezillo</i>	Np	0.0	2.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75 ± 0.82	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.18 ± 0.60
<i>Pernettya poeppigii</i>	Pep	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	20.54	6.46	7.93	0.55	17.11	10.52 ± 8.16	4.78 ± 7.54
<i>Ribes magellanicum</i>	Rm	12.28	2.23	0.0	1.90	0.0	0.0	2.74 ± 4.79	0.0	0.0	0.85	0.55	0.58	0.40 ± 0.38	1.67 ± 3.61
<i>Scleria patagonica</i>	Sp	4.45	0.22	0.0	5.43	2.26	0.0	2.06 ± 2.41	0.45	0.54	0.57	1.10	0.0	0.53 ± 0.39	6.50 ± 16.86
<i>Solanum cypripodum</i>	Soc	0.0	1.56	0.0	1.52	0.0	0.0	0.51 ± 0.80	0.68	0.0	0.0	0.0	0.0	0.14 ± 0.30	0.34 ± 0.63

1.6 Bño-Bño

ESPECIE	ABREVIATURA	930 - 700 m			630 - 430 m					930 - 430 m				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	
<i>Adiantum concinnum</i>	Ac	0.0	0.0	0.84	0.0	0.0	0.0	1.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.21 ± 0.47	0.19 ± 0.40
<i>Aristotelia chilensis</i>	Ach	0.0	0.47	0.0	0.0	0.0	0.0	2.37	6.02	7.90	25.05	0.0	8.27 ± 9.87	4.18 ± 7.87
<i>Azara integrifolia</i>	Al	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.19	0.93	0.0	0.0	0.23 ± 0.41	0.11 ± 0.30
<i>Blechnum hastatum</i>	Bh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.33	0.0	0.0	0.07 ± 0.15	0.03 ± 0.10
<i>Chusquea cutleri</i>	Chcu	0.0	0.47	6.43	8.90	15.37	8.19	21.84	0.0	0.0	0.0	0.0	6.00 ± 9.54	6.12 ± 7.65
<i>Clusia seneciata</i>	Cs	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.33	0.0	0.0	0.07 ± 0.15	0.03 ± 0.10
<i>Pleomania matubilla</i>	Dm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.05 ± 0.12	0.03 ± 0.09
<i>Dioscorea brachybotrya</i>	Ds	0.0	0.16	0.28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.07 ± 0.17	0.05 ± 0.12
<i>Ripiolepis menziesii</i>	Dlm	0.0	0.16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.37	0.0	0.0	0.0	0.97 ± 2.16	0.48 ± 1.53
<i>Empodium cecelium</i>	Ec	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.83	0.0	0.0	0.0	0.0	0.95 ± 1.59	1.87 ± 3.41
<i>Gaultheria phillylifolia</i>	Gp	0.0	0.16	10.77	0.0	3.04	1.09	3.68	0.0	0.0	0.0	0.0	9.76 ± 13.34	4.88 ± 10.27
<i>Gevuina ovaliana</i>	Gev	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.42	7.92	32.47	0.0	0.0	1.29 ± 2.07	0.64 ± 1.54
<i>Lapagobia rosea</i>	Lp	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.76	1.67	0.0	0.0	0.07 ± 0.17	0.04 ± 0.12
<i>Laudisabala biternata</i>	Lb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.37	0.0	0.0	0.0	0.33 ± 0.31	0.84 ± 1.61
<i>Lomatia dentata</i>	Ld	0.0	5.22	0.0	0.0	1.52	1.35 ± 2.26	0.0	0.0	0.67	0.45	0.0	5.06 ± 7.77	5.81 ± 8.93
<i>Lomatia hisuta</i>	Lh	0.0	21.68	1.12	18.40	1.57	8.55 ± 10.56	0.0	7.69	0.0	0.0	0.0	0.80 ± 1.12	0.40 ± 0.86
<i>Luma apiculata</i>	Lua	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.37	1.61	0.0	0.09 ± 0.30	0.78 ± 2.31
<i>Myrtena magellanica</i>	Mm	0.0	0.0	0.0	0.0	7.34	1.47 ± 3.28	0.0	0.0	0.0	0.45	0.0	0.03 ± 0.06	0.05 ± 0.16
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	Mh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.13	0.0	0.10 ± 0.23	0.05 ± 0.16
<i>Nyctelium oblonga</i>	Mo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.53	0.0	0.0	0.0	0.0	12.68 ± 17.80	7.24 ± 13.40
<i>Nothofagus alpina</i>	Na	0.0	8.23	0.0	0.0	0.74	1.79 ± 3.61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.03 ± 15.86	47.15 ± 21.49
<i>Nothofagus dombeyi</i>	Nd	0.0	15.78	3.17	0.0	0.0	3.79 ± 6.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.00 ± 8.05	3.00 ± 6.23
<i>Nothofagus obliqua</i>	No	28.76	47.68	76.83	72.70	70.43	59.28 ± 20.48	35.05	40.69	25.34	16.14	57.91	4.41 ± 7.99	2.21 ± 5.81
<i>Poaea lingue</i>	Pi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.16	19.30	7.82	0.0	3.62	6.79 ± 21.47	0.02 ± 0.06
<i>Podocarpus saligna</i>	Ps	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.43	0.0	0.0	0.0	0.04 ± 0.08	0.06 ± 0.18
<i>Prumnopitys andina</i>	Pp	67.89	0.0	0.0	0.0	0.0	13.58 ± 30.36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.09 ± 0.20	0.05 ± 0.14
<i>Rhipidolimus spinozus</i>	Rhs	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.19	0.0	0.0	0.0	7.33 ± 5.45	3.67 ± 5.30
<i>Ribes magellanicum</i>	Rm	0.0	0.0	0.56	0.0	0.0	0.11 ± 0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.04 ± 0.08	0.06 ± 0.18
<i>Sclerola polygamus</i>	Spo	3.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.67 ± 1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.09 ± 0.20	0.05 ± 0.14
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Soc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.45	0.09 ± 0.20	0.05 ± 0.14
<i>Sophora macrostachya</i>	Som	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.42	9.41	3.50	10.32	0.0	7.33 ± 5.45	3.67 ± 5.30

A P E N D I C E 2.

Valores de frecuencias de las especies del estrato herbáceo de los bosques de *Nothofagus obliqua* en cada localidad. Se indican los valores acumulados de las frecuencias para cada franja altitudinal y para el gradiente completo en cada caso. A continuación del nombre de cada especie aparece la abreviatura con que son designadas en las Figs. 13 y 15.

2.4 Sierras de Bellavista

ESPECIE	ABREVIATURA	1652 - 1500 m									%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Acaena pinnatifida</i>	Acp	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3.3
<i>Acaena aff. alpina</i>	Aca	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.1
<i>Adeania sp.</i>	A	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1.1
<i>Alstroemeria aurantiaca</i>	Aa	2	3	6	0	0	2	0	0	1	15.6
<i>Alstroemeria revoluta</i>	Ar	0	5	0	1	1	0	1	4	5	18.9
<i>Aristolelia chilensis</i>	Ach	0	0	0	0	0	2	0	1	1	4.4
<i>Azara petiolaris</i>	Ap	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2.2
<i>Berberis buxifolia</i>	Bbu	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.1
<i>Berberis congestiflora</i>	Bco	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2.2
<i>Cissarobryon elegans</i>	Cel	0	0	0	0	0	0	5	5	0	11.1
<i>Collomia biflora</i>	Cb	0	9	1	10	0	0	0	10	8	42.2
<i>Conanthera bifolia</i>	Cob	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1.1
<i>Corynabutilon vitifolium</i>	Cv	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.1
<i>Dioscorea humifusa</i>	Dh	9	8	8	10	7	7	5	4	0	64.4
<i>Geranium sp.</i>	G	0	0	0	5	0	2	4	10	10	34.4
Gramineae	Gra	10	8	5	8	4	1	10	10	10	73.3
<i>Lathyrus magellanicus</i>	Lma	0	2	0	0	2	0	0	0	0	4.4
<i>Leucheria coerulescens</i>	Lco	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4.4
<i>Malacothamnus chilensis</i>	Mchl	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2.2
<i>Mutisia decurrens</i>	Mud	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3.3
<i>Mutisia spinosa</i>	Mus	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5.6
<i>Nothofagus obliqua</i>	No	10	2	3	2	7	4	2	8	10	53.3
<i>Osmorhiza chilensis</i>	Och	9	1	4	3	4	1	0	0	1	25.6
<i>Oxalis sp.</i>	O	10	3	8	7	4	10	0	0	2	48.9
<i>Retbunium hypocarpium</i>	Rh	0	0	1	0	0	7	1	2	0	12.2
<i>Ribes magellanicum</i>	Rm	0	5	0	0	0	3	0	0	7	16.7
<i>Schinus molanus</i>	Sm	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.1
<i>Sisyrinchium aff. junceum</i>	Sj	9	7	0	1	0	0	0	2	3	24.4
<i>Solanum Ligustrinum</i>	Sol	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3.3
<i>Stachys aff. macraei</i>	Stm	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6.7
<i>Vicia apiculata</i>	Vap	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.1

2.6 Bío-Bío

ESPECIE	ABREVIATURA	930 - 700 m					%	630 - 430 m					%	%
		1	2	3	4	5		6	7	8	9	10		
<i>Acaena ovalifolia</i>	Aco	1	0	0	0	0	2.0	0	0	0	0	0	-	1.0
<i>Adesmia concinna</i>	Ac	0	0	1	1	0	4.0	1	0	1	0	0	4.0	4.0
<i>Adesmia popposa</i>	Apa	0	0	4	0	1	10.0	1	0	0	0	0	2.0	6.0
<i>Adiantum chilense</i>	Adch	1	0	0	0	0	2.0	0	0	0	0	0	-	1.0
<i>Alstroemeria aurantiaca</i>	Aa	0	3	0	0	1	8.0	7	0	0	0	0	14.0	11.0
<i>Apium angustilobum</i>	Apan	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	1	2.0	1.0
<i>Aristotelia chilensis</i>	Ach	0	4	0	1	0	10.0	0	2	0	1	3	12.0	11.0
<i>Azara celastrina</i>	Ace	5	0	0	0	0	10.0	0	0	0	0	0	-	5.0
<i>Azara lauceolata</i>	Ala	0	0	0	1	0	2.0	0	0	0	0	0	-	1.0
<i>Baccharis racemosa</i>	Br	0	0	0	0	0	-	0	0	1	0	3	8.0	4.0
<i>Berberis actinocantha</i>	Ba	0	1	1	0	0	4.0	0	0	0	0	0	-	2.0
<i>Berberis darwinii</i>	Bd	0	3	0	0	0	6.0	0	0	1	0	0	2.0	4.0
<i>Blechnum hastatum</i>	Bh	1	4	0	0	0	10.0	0	0	0	6	9	30.0	20.0
<i>Bomarea salicilla</i>	Bs	0	0	0	0	0	-	0	0	4	0	0	8.0	4.0
<i>Boquila trifoliolata</i>	Bt	0	3	0	0	0	6.0	0	0	0	0	0	-	3.0
<i>Chusquea culeou</i>	Chcu	0	3	2	10	8	46.0	5	0	0	0	0	10.0	28.0
<i>Cissus striata</i>	Cs	0	0	0	0	0	-	0	0	1	1	9	22.0	11.0
<i>Collomia biflora</i>	Cb	2	0	0	0	0	4.0	0	0	0	0	0	-	2.0
<i>Cryptocarya alba</i>	Ca	0	0	0	0	0	-	0	0	1	0	0	2.0	1.0
<i>Dioscorea brachybotrya</i>	Db	0	1	0	0	0	2.0	2	0	0	0	0	4.0	3.0
<i>Embothrium coccineum</i>	Ec	0	0	0	0	0	-	0	2	0	0	0	4.0	2.0
<i>Equisetum bogotense</i>	Eb	1	0	0	0	0	2.0	0	0	0	0	0	-	1.0
<i>Eryngium paniculatum</i>	Erp	0	0	2	0	0	4.0	0	0	0	0	0	-	2.0
<i>Eryngium pseudojuncum</i>	Eps	0	0	0	1	0	2.0	0	0	0	0	0	-	1.0
<i>Fragaria chilensis</i>	Fc	0	0	0	0	0	-	0	0	2	0	0	4.0	2.0
<i>Galium araucanum</i>	Gaar	0	0	2	1	1	8.0	0	3	0	0	4	14.0	11.0
<i>Gaultheria phillyrifolia</i>	Gp	0	4	1	0	1	12.0	3	3	0	0	0	12.0	12.0
<i>Geranium sp.</i>	G	4	0	0	0	0	8.0	0	0	0	0	0	-	4.0
<i>Gevuina avellana</i>	Gev	0	0	0	0	0	-	0	0	0	1	0	2.0	1.0
<i>Graminaceae</i>	Gra	8	1	10	0	0	38.0	2	6	4	0	6	36.0	37.0
<i>Jovellana punctata</i>	Jp	2	0	0	0	0	4.0	0	0	0	0	0	-	2.0
<i>Layneria rosea</i>	Lp	0	0	0	0	0	-	0	0	0	1	0	2.0	1.0
<i>Lathyrus magellanicus</i>	Lama	0	0	0	0	3	6.0	0	0	0	0	0	-	3.0
<i>Lathyrus multiceps</i>	Lam	0	0	2	0	2	8.0	0	0	0	0	0	-	4.0
<i>Lomatia dentata</i>	Ld	0	9	0	0	2	22.0	0	0	0	0	0	-	11.0
<i>Lomatia hirsuta</i>	Lh	0	0	1	6	5	24.0	6	0	1	0	0	14.0	19.0
<i>Luma apiculata</i>	Lua	0	0	0	0	0	-	0	0	2	5	1	16.0	8.0
<i>Mulia sativa</i>	Ms	1	0	0	0	0	2.0	0	0	0	0	0	-	1.0
<i>Maytenus magellanica</i>	Ma	0	2	1	0	6	18.0	0	0	0	0	2	4.0	11.0
<i>Mitella decurrens</i>	Mud	0	0	1	0	0	2.0	1	0	0	0	0	2.0	2.0
<i>Nothofagus alpina</i>	Na	0	1	0	0	0	2.0	0	0	0	0	0	-	1.0
<i>Nothofagus dombyi</i>	Nd	0	0	2	0	0	4.0	0	0	0	0	0	-	2.0
<i>Nothofagus obliqua</i>	No	0	0	0	4	0	8.0	0	0	0	1	3	8.0	8.0
<i>Orchidaceae</i>	Or	0	0	1	0	0	2.0	0	0	0	0	0	-	1.0
<i>Osmorhiza chilensis</i>	Och	0	3	0	1	0	8.0	0	0	1	0	7	16.0	12.0
<i>Oxalis parvifolia</i>	Op	2	0	0	0	0	4.0	0	0	0	0	0	-	2.0
<i>Oxalis valdiviensis</i>	Ov	0	0	1	0	0	2.0	0	0	0	0	0	-	1.0
<i>Persea lingue</i>	Pl	0	0	0	0	0	-	0	2	3	0	2	14.0	7.0
<i>Podocarpus saligna</i>	Ps	0	0	0	0	0	-	0	0	7	0	0	14.0	7.0
<i>Polypala guidiodes</i>	Pg	0	0	1	0	0	2.0	0	0	0	0	0	-	1.0
<i>Relbunium hypocarpium</i>	Rh	0	1	0	0	0	2.0	0	0	0	0	0	-	1.0
<i>Sisyrinchium aff. junceum</i>	Sj	0	0	1	0	0	2.0	0	0	0	0	0	-	1.0
<i>Solanum cyrtolopium</i>	Soc	0	0	0	1	0	2.0	2	0	0	0	3	10.0	6.0
<i>Sophora macrocarpa</i>	Som	0	0	0	0	0	-	0	3	2	0	1	12.0	6.0
<i>Vicia apiculata</i>	Vap	0	0	0	0	6	12.0	0	0	0	0	0	-	6.0
<i>Vicia macraei</i>	Vma	0	1	0	0	0	2.0	0	0	0	0	0	-	1.0
<i>Viola capillaris</i>	Vc	0	0	0	0	0	-	0	1	9	4	7	42.0	21.0
Sp. 12	12	2	0	0	0	0	4.0	0	0	0	0	0	-	2.0
Sp. 13	13	1	0	0	0	0	2.0	0	0	0	0	0	-	1.0
Sp. 14	14	1	0	0	0	0	2.0	0	0	0	0	0	-	1.0
Sp. 15	15	0	0	0	0	0	-	1	0	0	0	0	2.0	1.0
Sp. 16	16	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	1	2.0	1.0

A P E N D I C E 3.

Valores de las coordenadas y coeficientes de correlación para (3.1) las muestras y (3.2) las especies, en cada eje del AFC. Las parcelas aparecen denominadas por siglas cuyas dos primeras letras equivalen a la localidad (LC=Cerro de la Campana, CA=Alto de Cantillana, QR=Quebrada del Roble, BE=Sierras de Bellavista, CH=Baños de Chillán, BB=Bío-Bío), y los dígitos a continuación, al número de la parcela. Los nombres de las especies aparecen abreviados, como en los Apéndices 1 y 2.

3.1

Parcelas	eje 1	r	eje 2	r	eje 3	r	eje 4	r	eje 5	r	eje 6	r	eje 7	r
LC01	10	-	-812	0.265	940	0.207	-1602	0.523	620	0.202	-183	0.063	988	0.222
LC02	-218	0.063	-875	0.145	947	0.286	-1676	0.508	312	0.095	313	0.095	752	0.230
LC03	170	0.071	-595	0.241	677	0.274	-1624	0.658	291	0.158	-422	0.170	-150	0.063
LC04	64	0.032	-544	0.237	834	0.405	-1497	0.650	461	0.200	-199	0.089	-45	-
LC05	259	0.114	-420	0.184	514	0.274	-1095	0.479	291	0.170	-244	0.105	-40	-
LC06	170	0.071	-608	0.205	401	0.161	-1188	0.476	131	0.055	-244	0.100	41	-
LC07	222	0.105	-700	0.324	519	0.241	-1096	0.508	319	0.148	-485	0.225	-269	0.126
LC08	495	0.210	-145	0.063	217	0.089	-301	0.130	113	0.045	-378	0.161	163	0.071
LC09	169	0.089	-394	0.319	414	0.221	-841	0.452	176	0.095	-268	0.145	-218	0.118
LC10	287	0.152	-497	0.370	161	0.084	-259	0.190	261	0.138	-288	0.152	-786	0.417
LC11	247	0.155	-651	0.344	128	0.077	-433	0.270	28	-	-304	0.190	-576	0.359
LC12	537	0.321	-215	0.130	227	0.134	-574	0.345	175	0.105	-111	0.071	8	-
CA01	-125	0.055	-884	0.386	183	0.077	634	0.277	71	0.032	148	0.063	1024	0.447
CA02	100	0.045	-1149	0.491	-27	-	770	0.329	415	0.178	351	0.148	1213	0.518
CA03	-1	-	-834	0.390	100	0.045	306	0.126	185	0.077	51	-	1028	0.429
CA04	59	0.032	-977	0.443	-32	-	635	0.288	169	0.077	163	0.071	1063	0.481
CA05	-10	-	-1176	0.530	-147	0.063	913	0.411	378	0.170	275	0.122	-393	0.176
CA06	78	0.045	-854	0.477	-162	0.089	770	0.416	311	0.167	109	0.055	-394	0.214
CA07	48	0.032	-1133	0.551	12	-	623	0.303	413	0.200	57	0.032	-724	0.252
CA08	-57	0.032	-986	0.472	-149	0.071	521	0.251	231	0.110	109	0.055	-764	0.367
CA09	-29	-	-1264	0.620	-61	0.032	776	0.381	437	0.214	190	0.095	-165	0.084
CA10	-116	0.055	-1239	0.544	-70	0.032	602	0.265	492	0.217	105	0.045	-113	0.055
OR01	1144	0.409	651	0.346	-222	0.118	136	0.071	-1	-	96	0.055	191	0.100
OR02	1226	0.474	685	0.375	-368	0.202	-162	0.089	-32	-	345	0.190	4	-
OR03	1103	0.591	477	0.363	-145	0.077	49	0.032	-64	0.032	-65	0.032	-17	-
OR04	1241	0.649	636	0.333	-250	0.184	-123	0.063	2	-	331	0.173	-19	-
OR05	1264	0.405	693	0.232	-373	0.179	95	0.045	-26	-	364	0.184	323	0.155
OR06	1060	0.482	608	0.276	-207	0.095	-34	-	-106	0.045	-79	0.032	-156	0.071
OR07	1095	0.519	570	0.270	-354	0.167	112	0.055	-63	0.032	217	0.105	56	0.032
OR08	1095	0.592	548	0.297	-451	0.245	19	-	-68	0.032	213	0.114	-268	0.145
OR09	1190	0.537	629	0.283	-294	0.134	44	-	-67	0.032	59	0.032	62	0.032
OR10	1190	0.595	649	0.324	-412	0.207	-9	-	-18	-	295	0.148	-150	0.077
BE01	-618	0.217	-359	0.126	-91	0.032	-485	0.170	-1896	0.667	-36	-	105	0.032
BE02	-731	0.318	-351	0.152	-145	0.063	-214	0.095	-1527	0.663	253	0.110	-78	0.032
BE03	-576	0.241	-529	0.221	-199	0.084	-257	0.110	-1776	0.722	-12	-	99	0.045
BE04	-650	0.286	-472	0.207	-475	0.210	-153	0.071	-1712	0.754	-37	-	-88	0.045
BE05	-483	0.207	-522	0.224	-153	0.063	-14	-	-1448	0.621	-81	0.032	-31	-
BE06	-597	0.285	-348	0.187	-273	0.130	-279	0.134	-1518	0.725	-58	0.032	191	0.089
BE07	-481	0.221	-508	0.232	-288	0.134	-163	0.077	-1115	0.512	-26	-	240	0.110
BE08	-638	0.305	-380	0.182	-540	0.246	-70	0.032	-1086	0.518	-105	0.055	-217	0.105
BE09	-557	0.307	-516	0.285	-371	0.205	-32	-	-791	0.436	-77	0.045	6	-
CM01	-1216	0.361	500	0.148	-661	0.195	76	0.032	591	0.176	499	0.148	-234	0.071
CM02	-1317	0.536	750	0.308	-436	0.184	-263	0.148	535	0.217	253	0.105	546	0.221
CM03	-1260	0.524	671	0.279	-738	0.307	-254	0.105	645	0.268	-252	0.105	420	0.176
CM04	-1389	0.531	757	0.288	-799	0.305	-239	0.130	540	0.207	-133	0.055	531	0.202
CM05	-1259	0.497	570	0.226	-506	0.200	-61	0.032	145	0.055	574	0.207	-132	0.055
CM06	-1702	0.354	559	0.164	-880	0.259	-172	0.055	401	0.118	-242	0.071	-115	0.032
CM07	-1401	0.497	853	0.302	-1173	0.416	-168	0.063	700	0.247	-541	0.192	67	0.032
CM08	-1289	0.471	642	0.235	-778	0.285	-24	-	164	0.063	-468	0.170	-456	0.167
CM09	-1284	0.551	718	0.308	-684	0.293	13	-	430	0.184	-271	0.118	-184	0.077
CM10	-1378	0.573	667	0.276	-1233	0.510	-215	0.089	772	0.319	-388	0.161	114	0.045
CH11	-1317	0.448	681	0.232	-1155	0.394	-97	0.032	633	0.214	-715	0.243	-279	0.095
BR01	-204	0.063	343	0.100	-816	0.241	-64	-	-509	0.152	-35	-	39	-
BR02	-659	0.272	718	0.295	1148	0.473	118	0.045	-225	0.095	727	0.300	77	0.032
BR03	-1006	0.386	854	0.327	972	0.373	-96	0.032	117	0.045	1273	0.488	-109	0.045
BR04	-944	0.308	791	0.259	765	0.249	364	0.118	187	0.063	2	-	-7	-
BR05	-1159	0.345	1157	0.345	1837	0.547	393	0.118	-63	-	1392	0.415	-578	0.173
BR06	-1054	0.339	1051	0.327	1624	0.522	361	0.118	31	-	1059	0.341	-708	0.071
BR07	-466	0.152	840	0.274	1291	0.422	1012	0.330	38	-	-1206	0.395	-314	0.105
BR08	163	0.071	721	0.326	854	0.295	679	0.307	-104	0.045	-1292	0.563	264	0.071
BR09	262	0.077	1038	0.311	1550	0.464	1279	0.385	-370	0.110	-1626	0.489	294	0.089
BR10	-51	-	955	0.375	1074	0.422	900	0.354	-246	0.095	-1200	0.472	207	0.084

Especies	aje 1	r	aje 2	r	aje 3	r	aje 4	r	aje 5	r	aje 6	r	aje 7	r
Aco	-1358	0.291	863	0.243	-3257	0.255	-243	0.095	723	0.205	-279	0.077	871	0.361
Acp	-905	0.295	-20	-	-872	0.281	90	0.045	491	0.214	-753	0.114	-477	0.207
Aca	-132	0.085	-1261	0.443	-179	0.045	917	0.298	260	0.084	296	0.095	836	0.303
Ac	-1094	0.370	1025	0.349	836	0.182	461	0.155	336	0.114	-410	0.138	-608	0.138
Apa	-1262	0.341	1188	0.297	1566	0.291	248	0.063	103	0.032	2149	0.536	-601	0.252
Adch	1106	0.336	782	0.232	-734	0.224	-82	0.032	-224	0.071	446	0.141	-23	-
Ada	949	0.232	-369	0.158	653	0.195	-1164	0.498	337	0.145	-468	0.202	-499	0.214
Adp	1414	0.207	837	0.418	-624	0.263	-3	-	-89	0.045	282	0.190	-43	-
Aa	-466	0.279	-128	0.077	556	0.333	-1021	0.617	-248	0.148	85	0.055	261	0.358
Ar	-150	0.105	-1009	0.709	-187	0.089	237	0.107	-290	0.274	48	0.032	-123	0.089
At	1406	0.445	826	0.261	-511	0.161	-86	0.032	-90	0.032	412	0.130	-67	-
Ach	223	0.247	-178	0.197	231	0.256	227	0.251	-174	0.192	-275	0.305	126	0.138
Al	532	0.192	290	0.105	483	0.176	986	0.255	-47	-	-887	0.319	490	0.176
Ap	-302	0.232	-778	0.597	-193	0.148	116	0.089	-167	0.130	-50	0.045	76	0.055
Br	990	0.515	682	0.355	35	-	101	0.055	-44	0.032	-358	0.187	65	0.432
Ba	-374	0.241	413	0.152	1041	0.257	-841	0.207	332	0.084	1298	0.219	745	0.184
Baa	-1510	0.602	765	0.306	-1273	0.507	-260	0.105	683	0.172	-426	0.170	110	0.045
Bm	-27	-	-1458	0.670	-3	-	1140	0.267	570	0.284	388	0.126	1411	0.955
Bh	892	0.583	713	0.466	12	-	140	0.089	-179	0.118	-95	0.063	10	-
Cag	203	0.126	-928	0.576	307	0.190	-188	0.118	548	0.354	95	0.055	220	0.138
Cacu	-1272	0.642	1027	0.680	157	0.071	99	0.045	571	0.266	474	0.197	-2	-
Cbc	858	0.646	61	0.045	-5	-	-572	0.431	159	0.118	-85	0.063	-300	0.226
Cs	906	0.391	845	0.365	236	0.145	484	0.210	-181	0.077	-803	0.248	290	0.124
Ca	922	0.490	142	0.077	-220	0.114	-92	0.045	156	0.084	190	0.100	-79	0.045
Ch	-540	0.228	-407	0.247	-593	0.241	273	0.110	-1091	0.443	17	-	-285	0.158
Ca	931	0.213	222	0.170	-75	0.055	-202	0.155	93	0.071	-143	0.110	-788	0.221
Ch	-726	0.230	-574	0.182	-436	0.138	-343	0.110	-2707	0.858	-27	-	63	-
Dr	-258	0.095	-933	0.249	-412	0.110	1057	0.283	772	0.205	543	0.145	-494	0.184
Dia	711	0.493	200	0.138	118	0.084	-145	0.100	96	0.063	10	-	-246	0.170
Ep	1278	0.567	680	0.202	-360	0.161	-137	0.063	-30	-	200	0.089	-130	0.055
Eg	747	0.214	-271	0.077	-261	0.077	625	0.152	229	0.063	508	0.145	1511	0.438
Ey	1408	0.452	861	0.276	-428	0.138	-113	0.032	-90	0.032	268	0.084	-111	0.032
Fc	-1387	0.488	900	0.316	-1111	0.291	-126	0.045	778	0.274	-703	0.247	85	0.032
Fa	272	0.089	-631	0.277	881	0.192	-994	0.330	503	0.167	-422	0.141	-751	0.249
Gar	-1077	0.345	1125	0.259	1021	0.324	610	0.195	161	0.055	-138	0.045	-482	0.155
Ger	-47	-	-1527	0.458	-107	0.032	1052	0.316	707	0.212	233	0.071	-1033	0.310
Gal	235	0.077	-811	0.270	753	0.251	-1627	0.542	491	0.164	-664	0.221	-798	0.266
Gp	-1057	0.293	1212	0.336	2183	0.610	596	0.184	-36	-	1312	0.365	-529	0.148
G	-727	0.283	106	0.045	-893	0.348	-160	0.063	-995	0.387	-84	0.032	-81	0.032
GF	13	-	-1209	0.610	-22	-	380	0.192	374	0.190	-62	0.032	-877	0.493
Gra	-790	0.483	-46	0.077	-138	0.235	6	-	-146	0.249	-69	0.118	-26	0.045
Gl	21	-	-1328	0.407	-196	0.063	1184	0.363	490	0.152	332	0.100	-286	0.089
Ka	3	-	2436	0.416	7	-	1226	0.255	575	0.167	421	0.122	654	0.190
Ka	1268	0.637	604	0.303	-496	0.249	161	0.084	22	-	832	0.217	-97	0.045
Lb	891	0.431	291	0.141	-98	0.045	107	0.055	-8	-	-233	0.114	140	0.071
Lama	-1183	0.288	392	0.095	-38	-	-11	-	-889	0.217	344	0.084	-589	0.145
Lam	-1450	0.386	1016	0.270	378	0.100	-17	-	476	0.126	1595	0.425	-237	0.063
Lc	1328	0.646	715	0.355	-418	0.210	-119	0.063	-7	-	378	0.187	19	-
Ll	152	0.055	-1017	0.375	404	0.148	-227	0.084	432	0.158	-161	0.063	1353	0.500
Ld	-647	0.178	1293	0.355	2308	0.675	1018	0.279	-314	0.089	142	0.045	-97	0.032
Ld	-798	0.265	890	0.295	1809	0.599	77	0.032	103	0.032	855	0.283	-236	0.077
Le	40	-	-1294	0.592	10	-	872	0.375	510	0.232	222	0.100	249	0.114
Lm	1090	0.607	923	0.514	61	0.032	437	0.243	-170	0.095	-450	0.251	132	0.071
Mch	-1518	0.531	736	0.259	-1338	0.470	-164	0.055	678	0.202	-360	0.126	-205	0.071
Mb	34	-	-1021	0.489	426	0.205	-514	0.247	363	0.170	13	-	814	0.284
Me	-1012	0.200	1164	0.344	1387	0.410	443	0.130	4	-	777	0.230	-274	0.084
Mc	17	-	-1380	0.434	-178	0.055	1179	0.370	600	0.187	278	0.089	-1330	0.418
Mud	-1016	0.292	317	0.089	679	0.195	207	0.063	-418	0.118	1318	0.378	231	0.063
Mu2	14	-	-1509	0.580	-121	0.045	1238	0.475	734	0.281	367	0.141	-225	0.089
Mu	26	-	-1452	0.568	-142	0.055	1216	0.475	655	0.257	368	0.145	-478	0.187
Mu	285	0.148	-640	0.232	716	0.063	427	0.221	425	0.226	-146	0.077	-835	0.431
MI	69	-	-1384	0.421	-148	0.045	1280	0.391	573	0.173	454	0.138	868	0.265
Mye	1408	0.497	817	0.288	-541	0.192	136	0.045	-82	0.032	392	0.138	169	0.063
Ma	-794	0.190	1299	0.311	2457	0.569	897	0.214	-282	0.071	784	0.187	-242	0.055
Nd	-1427	0.452	942	0.297	-453	0.145	-316	0.100	716	0.226	356	0.114	489	0.155
Ne	-212	0.589	27	0.077	26	0.071	-106	0.297	-68	0.192	-74	0.210	65	0.179
Or	1054	0.469	900	0.400	-192	0.084	2	-	-18	-	746	0.332	142	0.063
Och	-588	0.366	-232	0.145	-8	-	263	0.164	-711	0.443	-132	0.084	394	0.245
Or	-90	0.032	-394	0.118	1179	0.356	-1748	0.528	559	0.167	277	0.084	539	0.164
O	-603	0.200	-603	0.200	-315	0.105	-390	0.130	-2383	0.793	-90	0.032	-109	0.032
Pep	-1623	0.417	942	0.243	-1603	0.412	-164	0.045	972	0.249	-966	0.249	-345	0.089
P1	-28	-	1175	0.288	1823	0.446	1614	0.295	-307	0.077	-2694	0.660	204	0.045
Pb	1222	0.669	526	0.288	-287	0.212	17	-	11	-	345	0.190	278	0.152
Pb	1453	0.607	879	0.367	-498	0.207	-4	-	-42	-	467	0.195	128	0.055
Pp	1047	0.487	271	0.126	-230	0.110	-139	0.158	43	-	41	-	-506	0.237
Qs	83	0.032	-1156	0.333	-20	-	516	0.148	444	0.226	-9	-	-536	0.155
Rs	-854	0.253	-105	0.032	-181	0.055	-198	0.055	-1658	0.491	352	0.105	100	0.032
Ry	16	-	-1343	0.483	0	-	1082	0.389	476	0.170	342	0.122	1467	0.527
Rm	-1209	0.520	302	0.130	-740	0.318	-259	0.110	-457	0.197	-95	0.045	127	0.055
Rp	240	0.105	-746	0.302	784	0.216	-1720	0.694	632	0.214	-557	0.226	-245	0.100
Rt	1410	0.500	815	0.250	-600	0.214	3	-	-90	0.032	457	0.161	-138	0.045
Sag	420	0.197	-726	0.344	-175	0.084	423	0.200	348	0.164	77	0.032	-1059	0.501
Se	-125	0.114	-949	0.788	39	0.032	-144	0.118	-606	0.338	-71	0.063	-9	-
Sp	-1594	0.524	902	0.324	-1246	0.448	-248	0.089	905	0.325	-175	0.063	174	0.063
Sy	1392	0.597	822	0.252	-495	0.212	-23	-	-183	0.045	295	0.126	-113	0.045
Sa	1472	0.480	869	0.283	-542	0.176	61	-	-20	-	559	0.182	200	0.063
Sa	77	0.032	-1265	0.430	131	0.045	242	0.084	556	0.190	-89	0.032	-841	0.286
SJ	-671	0.266	-342	0.138	-83	0.032	-444	0.176	-1108	0.440	185	0.071	-331	0.130
Sec	-1299	0.395	1096	0.336	67	-	118	0.032	615	0.187	-235	0.071	519	0.156
Shm	437	0.145	1076	0.358	1117	0.370	1127	0.374	-224	0.077	-1786	0.583	203	0.071
Stu	328	0.100	-829	0.249	87	0.032	279	0.084	466	0.161	-96	0.032	-226	0.07

A P E N D I C E 4.

Lista de las especies de los bosques de *Nothofagus obliqua* en todas las localidades estudiadas. El asterisco señala las especies introducidas. Los nombres científicos de las especies son los del Herbario de la Universidad de Concepción.

PTERIDOPHYTA

EQUISETACEAE

Equisetum bogotense H.B.K.

POLYPODIACEAE

Adiantum chilense Kaulf.

Adiantum sulphureum Kaulf.

Adiantum sp.

Blechnum hastatum Kaulf.

Cheilanthes glauca (Cav.) Mett.

GYMNOSPERMAE

EPHEDRACEAE

Ephedra andina Poepp. ex C.A. Mey.

PODOCARPACEAE

Podocarpus saligna D. Don

Prumnopitys andina (Poepp. ex Endl.) de Laub.

ANGIOSPERMAE - DICOTYLEDONEAE

AEXTOXICACEAE

Aextoxicon punctatum R. et P.

ANACARDIACEAE

Lithrea caustica (Mol.) H. et A.

Schinus latifolius (Gill. ex Lindl.) Engler

Schinus montanus (Phil.) Engler

Schinus patagonicus (Phil.) Johnst. var. *patagonicus*

Schinus polygamus (Cav.) Cabr.

Schinus velutinus (Turcz.) Johnst.

ASCLEPIADACEAE

Cynanchum pachyphyllum (Dcne.) Schum.

Diplolepis menziesii Schult.

BERBERIDACEAE

Berberis actinacantha Mart.

Berberis luxifolia Lam.

Berberis congestiflora Gay

Berberis darwinii Hook.
Berberis montana Gay

BORAGINACEAE

**Cynoglossum creticum* Mill.
 **Cynoglossum* sp.
 **Echium plantagineum* L.

CARYOPHYLLACEAE

**Cerastium* sp.
 **Stellaria cuspidata* Willd. ex Schlecht.

CAESALPINIACEAE

Senna stipulacea (Aiton) Irw. & Barneby

CELASTRACEAE

Maytenus boaria Mol.
Maytenus chubutensis (Speg.) Lourt. O'Donell et Sleumer
Maytenus magellanica (Lam.) Hook. f.

COMPOSITAE

Baccharis bezanilleana Remy
Baccharis concava (R. et P.) Pers.
Baccharis racemosa (R. et P.) DC.
Baccharis rhomboidalis Remy
Baccharis sp.
 **Cynara cardunculus* L.
Chuquiraga oppositifolia D. Don
Dasyphyllum excelsum (D. Don) Cabr.
Eupatorium glechonophyllum Less.
Eupatorium salvia Colla
Gamochaeta spiciformis (Sch. Bip.) Cabr.
Gochnatia foliolosa D. Don ex H. et A. var. *foliolosa*
Leucheria coeruleascens Remy
Madia sativa Mol.
Mutisia decurrens Cav. var. *decurrens*
Mutisia ilicifolia Cav.
Mutisia latifolia D. Don var. *latifolia*
Mutisia spinosa R. et P. var. *spinosa*
Mutisia aff. *subulata* R. et P.
Mutisia sp.
Perezia nutans Less.
Podanthus ovatifolius Lag.
Proustia pyrifolia Lag.
Senecio yegua (Colla) Cabr. var. *yegua*
 **Sonchus* sp.
 **Taraxacum officinale* Weber
Triptilion spinosum R. et P.

CUSCUTACEAE

Cuscuta sp.

CRUCIFERAE

Cardamine sp.

ELAEOCARPACEAE

Aristolelia chilensis (Mol.) Stuntz

ERICACEAE

Gaultheria phillyreifolia (Pers.) Sleumer*Pernettya poeppigii* (DC.) Klotzsch

EUPHORBIACEAE

Adenopeltis serrata (W. Aiton) Johnst.*Argythamnia tricuspidata* (Lam.) Muell.-Arg.*Euphorbia portulacoides* L.

FAGACEAE

Nothofagus alpina (P. et E.) Oerst.*Nothofagus dombeiyi* (Mirbel) Oerst.*Nothofagus obliqua* (Mirbel) Oerst. var. *obliqua**Nothofagus obliqua* (Mirbel) Oerst. var. *macrocarpa* (DC.) Reiche*Nothofagus pumilio* (P. et E.) Krasser

FLACOURTIACEAE

Azara celastrina D. Don*Azara integrifolia* R. et P.*Azara lanceolata* Hook. f.*Azara petiolaris* (D. Don) Johnst.

FRANCOACEAE

Francoa appendiculata Cav.

FUMARIACEAE

**Fumaria officinalis* L.

GERANIACEAE

Geranium patagonicum Hook. f.*Geranium* spp.**Erodium cicutarium* (L.) L'Herit. ex Aiton

GROSSULARIACEAE

Ribes gayanum (Spach) Steud.*Ribes magellanicum* Poir.*Ribes punctatum* R. et P.*Ribes trilobum* Meyen

HYDROPHYLLACEAE

Phacelia secunda J.F. Gmel.

HYPERICACEAE

**Hypericum perforatum* L.

ICACINACEAE

Citronella mucronata (R. et P.) D. Don

LABIATAE

**Mentha pulegium* L.

**Prunella vulgaris* L.

Satureja gilliesii (Grah.) Briq.

Stachys gilliesii Benth.

Stachys aff. *macraei* Benth.

Stachys sp.

LARDIZABALACEAE

Boquila trifoliolata (DC.) Dcne.

Lardizabala biternata R. et P.

LAURACEAE

Cryptocarya alba (Mol.) Looser

Persea lingue (R. et P.) Nees ex Kopp

LOASACEAE

Caiophora silvestris (Poepp.) Urban et Gilg

Loasa triloba Domb. ex A.L. Juss.

Loasa sp.

LOBELIACEAE

Lobelia excelsa Bonpl.

LORANTHACEAE

Desmaria mutabilis (P. et E.) van Tiegh. ex Jacks.

Tristerix tetrandrus (R. et P.) Eichl.

MALVACEAE

Corynabutilon vitifolium (Cav.) Kearny

Malacothamnus chilensis (Gay) Krap.

MISODENDRACEAE

Misodendrum linearifolium DC. var. *linearifolium*

Misodendrum sp.

MONIMIACEAE

Peumus boldus Mol.

MYRTACEAE

Luma apiculata (DC.) Burret

Luma chequen (Mol.) A. Gray

Myrceugenia obtusa (DC.) Berg

Myrceugenia planipes (H. et A.) Berg

OXALIDACEAE

Oxalis parvifolia DC.

Oxalis valdiviensis Barn.

Oxalis sp.

PAPILIONACEAE

- Adesmia concinna* Phil.
Adesmia papposa Lag. DC.
Adesmia sp.
Lathyrus magellanicus Lam.
Lathyrus multiceps Clos
Lathyrus sp.
Sophora macrocarpa J.E. Sm.
**Trifolium dubium* Sibth.
**Trifolium* sp.
Vicia apiculata Phil.
Vicia macraei H. et A.
Vicia magnifolia Clos
Vicia aff. *nigricans* H. et A.
Vicia sp.

PIPERACEAE

- Peperomia fernandeziana* Miq.

POLEMONIACEAE

- Collomia biflora* (R. et P.) Brand

POLYGALACEAE

- Polygala gnidiodes* Willd.

POLYGONACEAE

- Muehlenbeckia hastulata* (J.E.Sm.) Johnst.
**Rumex acetosella* L.

PROTEACEAE

- Embothrium coccineum* J.R. et G. Forster
Gevuina avellana Mol.
Lomatia dentata (R. et P.) R.Br.
Lomatia hirsuta (Lam.) Diels ex Macbr.

RHAMNACEAE

- Colletia spinosa* Lam. var. *spinosa*

ROSACEAE

- Acaena ovalifolia* R. et P.
Acaena pinnatifida R. et P.
Acaena aff. *alpina* Poepp. ex Walp.
Fragaria chiloensis (L.) Duch.
Kageneckia angustifolia D. Don
Kageneckia oblonga R. et P.
Quillaja saponaria Mol.
**Rosa moschata* Herrm.
**Rubus ulmifolius* Schott
Sanguisorba minor Scop.

RUBIACEAE

- **Galium aparine* L.
Galium araucanum Phil.
Galium richardianum (Gillies ex H. et A.) Endl.
Galium trichocarpum DC.
Galium sp.
Relbunium hypocarpium (L.) Hemsl.

SANTALACEAE

- Myoschilos oblonga* R. et P.

SAPINDACEAE

- Guindilia trinervis* Gillies ex H. et A.

SAXIFRAGACEAE

- Escallonia pulverulenta* (R. et P.) Pers.
Escallonia rubra (R. et P.) Pers.

SCHROPHULARIACEAE

- Calceolaria glabrata* Phil.
Jovellana punctata R. et P.

SOLANACEAE

- Fabiana imbricata* R. et P.
Solanum cyrtopodium Dunal
Solanum ligustrinum Lodd.

TROPAEOLACEAE

- Tropaeolum azureum* Miers ex Savi
Tropaeolum tricolor Sweet

UMBELLIFERAE

- Apium angustilobum* (Phil.) Reiche
Apium parul (Bert. ex DC.) Reiche
Eryngium paniculatum Cav. et Domb. ex Delar.
Eryngium pseudojunceum Clos.
Mulinum cuneatum H. et A.
Osmorhiza chilensis H. et A.
Osmorhiza sp.
Sanicula crassicaulis Poepp. ex DC.

VALERIANACEAE

- Valeriana grandifolia* Phil.
Valeriana sp.

VERBENACEAE

- Rhaphitamnus spinosus* (A.L. Juss.) Mold.

VIOLACEAE

- Viola capillaris* Pers.
Viola reichei Skottsb.

VITACEAE

Cissus striata R. et P.

VIVIANIACEAE

Cissarobryon elegans Kunz. ex Poepp.

ANGIOSPERMAE - MONOCOTYLEDONEAE

AMARYLLIDACEAE

Alstroemeria angustifolia Herb.

Alstroemeria aurantiaca D. Don

Alstroemeria revoluta R. et P.

Alstroemeria sp.

Bomarea salsilla (L.) Herb.

CYPERACEAE

Carex sp.

Uncinia aff. *phleoides* Cav. Pers.

DIOSCOREACEAE

Dioscorea araucana Phil.

Dioscorea brachybotrya Poepp.

Dioscorea humifusa Poepp.

Dioscorea pedicellata Phil.

Dioscorea reticulata Gay

Dioscorea sp.

GRAMINEAE

Agrostis sp.

Bromus unioloides H.B.K.

Chusquea culeou Desv.

Chusquea cumingii Nees

**Cynosurus equinatus* L.

Elymus sp.

Festuca scabriuscula Phil.

Festuca sp.

Nasella chilensis (Trin.) Desv.

Nasella sp.

Piptochaetium montevidense (Spreng.) Parodi

Piptochaetium stipoides (Trin. et Rupr.) Hackel ex Arech.

Poa sp.

Vulpia bromoides (L.) S.F. Gray

Vulpia myuros (L.) C.C. Gmel.

IRIDACEAE

Libertia coeruleascens Kunth et Bouche

Sisyrinchium aff. *arenarium* Poepp.

Sisyrinchium aff. *junceum* E. Mey. ex K. Presl.

Sisyrinchium sp.

JUNCACEAE

Luzula chilensis Nees et Meyen ex Kunth

ORCHIDACEAE

spp.

PHILESIACEAE

Lapageria rosea R. et P.

TECOPHILAEACEAE

Conanthera bifolia R. et P.

