

C. D. O.: 187

## VARIACIONES ESTRUCTURALES DEL TIPO FORESTAL COIGÜE-RAULÍ-TEPA

C. Donoso; R. Deus; J. C. Cockbaine; H. Castillo

### SUMMARY

The forest classification of Chile defines a forest type named Coigüe—Raulí—Tepa, assuming that those three species are the most characteristic of the type. To corroborate this assumption and to verify variations that occur within the andean range of the forest type, three areas through it, at 38°, 39° 30' and 40° S latitude were selected. Within these areas, 3 plots in undisturbed forest were selected for each combination of altitude — aspect. Two altitudes (600-800 and 800-1000 m.o.s.l.) and four aspects (N, S, E, and W) were considered. In each plot a general soil analysis and vegetation analysis were performed. Vegetation was stratified according to three canopy, saplings, tree regeneration and understorey.

It was concluded that *Nothofagus dombeii* (Coigüe), *Nothofagus alpina* (Raulí) and *Laurelia philippiana* (Tepa) are the characteristic species defining the forest type, as reflected by their constancy in all the communities within the type. It was also demonstrated that some variation in soil characteristics together with climate variation, are reflected in clear vegetation variation over the range of the foresty type. This is shown by the number of trees and basal area per hectare and the heights and diameters reached by the trees.

Some species decrease in number towards the south of the range whereas some development parameters increase. In other species, however, diminution in numbers towards the south results in their absence at high altitudes. Special cases are *L. philippiana* and *Saxegothaea conspicua* (Tepa y Mañío). The former increases towards the south both in number and in development parameters, whereas the latter occurs only at high altitudes in the southern areas. Aspect effect on vegetation is more pronounced in the north and the altitude effect is clearer in the south than in the north of the range. According to similarity indexes understory vegetation gradually varies from north to south.

### RESUMEN

La tipología forestal chilena define un tipo forestal con el nombre de Coigüe—Raulí—Tepa, suponiendo que esas tres especies son efectivamente las que lo caracterizan. Para confirmarlo y para verificar las variaciones que presenta el tipo en su distribución andina se seleccionaron 3 áreas que representan su rango de distribución, en los 38°, 39° 30' y 40° latitud sur aproximadamente. En cada una de esas áreas se seleccionaron en bosque no alterado, 3 parcelas por cada combinación altitud—exposición, definiéndose dos altitu-

des (600 a 800 y 800 a 1000 m.s.n.m.) y cuatro exposiciones (N, S, E, y O). En las parcelas se efectuó un análisis general del suelo y un análisis de la vegetación diferenciándola en dosel arbóreo, prinzales, regeneración y sotobosque propiamente tal.

El estudio determinó que las especies *Nothofagus dombeyi* (Coigüe), *Nothofagus alpina* (Raulí) y *Laurelia philippiana* (Tepa) son las indicadas para definir al tipo por su constancia en todas las situaciones, que hay cierta variación en las características del suelo a lo largo de la distribución y que ellas, en conjunto con la variación climática, se reflejan en una clara variación de la vegetación. Esta se visualiza en el número de árboles y área basal por hectárea y en las alturas y diámetros que alcanzan las especies. Se produce una disminución de algunas especies hacia el sur asociada con un aumento de los parámetros de desarrollo, pero en otras se produce una disminución que culmina con la ausencia de las especies en las áreas de mayor altitud. Una situación especial la constituyen *L. philippiana* que aumenta hacia el sur tanto en número de individuos como en los parámetros de desarrollo, y *Saxegothaea conspicua* (Mañío), que sólo aparece en las áreas elevadas en el sur. El efecto de exposición es más pronunciado hacia el norte y el de altitud hacia el sur de la distribución del tipo forestal. La vegetación de sotobosque varía gradualmente de norte a sur según los índices de similitud.

## INTRODUCCION

La denominación de tipo forestal Coigüe—Raulí—Tepa\* para las comunidades forestales ubicadas en las altitudes medias desde aproximadamente los 37° S hasta los 40° 30' S en la Cordillera de los Andes y desde los 38° S a los 40° 30' S en la

Cordillera de la Costa es relativamente reciente y tuvo su origen en los trabajos de la legislación relacionados con la promulgación para el bosque nativo de Chile (Donoso 1981a).

Este tipo de bosque fue clasificado en 1960 por Oberdorfer como Asociación *Nothofagetum Procerae* Oberd. Schmithüsen (1956) lo clasifica entre los bosques caducifolios de la zona templada. La clasificación preliminar del bosque nativo (Yudelevich *et al.*, 1967) ubica al tipo de bosque nativo de este trabajo en los tipos forestales Coigüe y Roble—Raulí. Brun (1969) efectúa una tipificación forestal de la Cordillera de los Andes de Valdivia donde se aprecia que ubica al tipo forestal en estudio en un estrato medio (600 a 1100 m.s.n.m.) donde concurren las especies Coigüe, Raulí, Tepa y Mañío hembra o de hojas cortas.

Si se proyecta la ubicación de este estrato medio caracterizado por Brun para Valdivia, hacia el norte del territorio por la Cordillera de los Andes, se encontrará que se mantiene en varias de sus características estructurales esenciales, lo que permite clasificarlo como un solo tipo forestal perfectamente identificable. Ello se hace extensivo también para la Cordillera de la Costa.

Se puede decir, en forma general, que este tipo forestal se presenta por encima de la altitud en que *Nothofagus obliqua* (Mirb) Blume (Roble) empieza a desaparecer de la comunidad forestal, hacia la altitud donde empiezan a desaparecer Raulí y Tepa y aparece, en cambio, *Nothofagus pumilio* (Poepp et Endl) Krasser (Lenga), altitudes que varían de norte a sur (Donoso 1981a).

Gran parte de este tipo forestal ha sido alterado por acción de explotación forestal, incendios forestales y, en ocasiones, por catástrofes naturales (Donoso 1983).

---

Los nombres científicos de las especies se presentan en el Cuadro Nº 6 de composición florística.

Como consecuencia de ello en muchos lugares ha perdido su identidad y no es posible identificarlo porque ha pasado a formar parte de los renovales, que se ubican en otro tipo forestal, o bien de bosques alterados que es difícil clasificar dentro de cualquier tipología. La explotación forestal, tendiente a extraer especialmente al Raulí, y que se mantiene actualmente, hace que el tipo forestal sea muy difícil de encontrar con sus características originales. Es conveniente por esta razón analizar al tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa a lo largo de su distribución, por lo menos andina, y clarificar así, sus variaciones.

#### MATERIAL Y METODO

Para efectuar el análisis del tipo forestal Coigüe—Raulí—Tepa se consideró sólo su distribución andina, porque las comunidades de la distribución costera están tan extremadamente alteradas, que normalmente resulta muy difícil distinguirlas, como ocurre en la Cordillera de Nahuelbuta (Donoso *et al.* 1984a), o como se aprecia con facilidad, en los restos del bosque de los faldeos orientales de la Cordillera de la Costa de Valdivia, a la altura de La Unión.

A lo largo de la distribución andina se seleccionaron 3 regiones, dentro de las cuales se ubicaron áreas inalteradas que sirvieron para efectuar la caracterización de los rodales de Coigüe—Raulí—Tepa en su condición original. Las áreas inalteradas fueron encontradas de norte a sur en las siguientes ubicaciones geográficas.

- Reserva Forestal Malleco, sección Niblinto en los 38° 00' - 38° 15' latitud sur y los 71° 04' - 71° 55' longitud oeste.
- Fundo Las Gaviotas de Cautín en los 39° 28' - 39° 30' latitud sur y los 72° 02' - 72° 04' longitud oeste.
- Predios del Complejo Forestal Madero Panguipulli en los 39° 50' - 39° 58' latitud sur y los 71° 48' - 72° 00' longitud oeste.

Las áreas fueron seleccionadas dentro del rango altitudinal definido por la presencia de Roble en el límite inferior, y por la presencia de Lengua en el límite superior del rango.

Se definieron, en función de los límites señalados, dos niveles altitudinales, los que fueron los siguientes para cada área:

Malleco	- 650 a 800 m y 850 a 1000 m.s.n.m.
Cautín	- 600 a 750 m y 890 a 950 m.s.n.m.
Valdivia	- 600 a 750 m y 800 a 900 m.s.n.m.

También se definieron cuatro clases de exposición: Norte, Sur, Este y Oeste, de tal modo que en cada área se muestrearon ocho situaciones diferentes correspondientes a las combinaciones altitud—exposición.

Cada situación, además de cumplir con los requisitos de altitud y exposición, debía presentar una condición inalterada, por lo menos aparente, y la pendiente debía restringirse a un rango entre 15 y 30°.

Un muestreo preliminar efectuado en cada área determinó un número de 22 parcelas a muestrear, cifra obtenida en función del coeficiente de variación del área basal total con una seguridad estadística de 95% y un error de muestreo de 10% (Snedecor 1984). En consideración a ello se determinó un número de 3 parcelas por situación, lo que da 24 parcelas por área, como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 1. Número de parcelas por cada situación o combinación altitud-exposición en cada área seleccionada del tipo Co-Ra-Te.

*Number of plots per combination of altitude aspect in each selected area of the forest type Co-Ra-Te.*

Altitud s.n.m.	Exposición	Norte	Sur	Este	Oeste	Total
600 - 800		3	3	3	3	12
800 - 1000		3	3	3	3	12
TOTAL		6	6	6	6	24

Cada parcela en su respectiva situación, fue ubicada al azar, utilizándose parcelas de 1/20 de hectárea, de 20 x 25 m, las que se orientaron con su lado más largo en el sentido de la pendiente.

#### *Suelos*

Con el objeto de verificar posibles diferencias entre los suelos de las situaciones de altitud—exposición y relacionarlos con las diferencias producidas en la vegetación, se efectuó un análisis de suelos. Se construyó para ello una calicata por situación donde se describieron y analizaron las siguientes variables del suelo: profundidad, textura, color, densidad aparente, porosidad, capacidad de campo, máxima capacidad de retención de agua y pH, siguiendo para ello las indicaciones dadas por Schlatter *et al.* (1978).

Para realizar el análisis físico y químico del suelo se extrajo una muestra de suelo por horizonte, además de tres muestras en cilindros de 100 cm<sup>3</sup> para obtenerla densidad aparente.

#### *Vegetación*

En cada parcela se registraron todos los individuos de un Dap, (diámetro a la altura del pecho a 1,30 m) igual o superior a 5 cm, identificándose las especies y midiéndose los Dap y alturas totales. Además se contabilizaron en cada parcela todos los brinzales de las especies arbóreas, considerando como tales todos aquellos individuos menores que 5 cm de Dap y mayores o iguales que 40 cm de altura. Con la información obtenida se determinaron los números de árboles y áreas basales con que se confeccionaron tablas de rodal para cada situación o combinación altitud—exposición.

Para detectar el grado de significación de las diferencias existentes entre las distintas situaciones altitud—exposición en

cada área se utilizaron las áreas basales, con cuyos valores se realizó un análisis de varianza con el que es posible analizar el efecto de la exposición, la altitud y la interacción entre ambos (Sokal, Rohlf 1969). Previamente se realizó la prueba de homogeneidad de varianzas de Bartlett (Sokal, Rohlf 1969) que verificó que las varianzas eran homogéneas.

Para efectuar una cuantificación de la regeneración de las especies arbóreas y del sotobosque se realizó un muestreo sistemático con 14 subparcelas de 2 m<sup>2</sup> (1x2 m), ubicadas en cada parcela de 1/20 há. en todas las situaciones de las 3 áreas. Como regeneración se registraron todos los individuos de especies arbóreas menores de 5 cm de Dap y menores de 40 cm de altura, segregándolos por especie y por la posición que presentaban respecto del dosel superior. Para este último efecto se consideraron tres situaciones que permitieran formarse una idea y aclarar aspectos de la dinámica regenerativa de estos bosques: plantas ubicadas bajo dosel, sobre troncos y en claros sobre el suelo. Las especies del sotobosque se registraron sólo como presencia en cada subparcela. Con la información total de la vegetación se efectuó un análisis de similaridad de Sorensen (Mueller — Dombois, Ellenberg 1974) que compara las diferentes situaciones entre sí.

## RESULTADOS Y DISCUSION

#### *Suelos*

La información generalizada de suelos por situación se presenta en el cuadro 2.

La profundidad de los suelos tiene naturalmente, alguna variación, pero se puede hablar de suelos profundos en todos los casos (Schlatter *et al.* 1978). Dentro de cada área se observa que los horizontes son algo menos desarrollados en las situa-

Cuadro 2. Características físicas de los suelos en las diferentes situaciones de las áreas de Malleco, Cautín y Valdivia en el tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa en la Cordillera de los Andes.

*Physical soil characteristics of different situations in Malleco, Cautín and Valdivia areas within the Coigüe-Raulí-Tepa forest type in the Andes Mountains.*

Areas	Situa- ciones	Prof. Hor. A	Textura Hor. A.	pH (KCL)	Densidad A1	Aparente AB-B-AC	C. Campo (AyB) % Cont. Hum.
Malleco	N bajo	0-30	la	4,93	0,41	0,47	125,1
	N alto	0-25	la	4,69	0,40	0,48	119,9
	S bajo	0-30	fl	4,64	0,41	0,45	114,5
	S alto	0-25	la	4,42	0,39	0,46	100,9
	E bajo	0-30	la	4,48	0,38	0,41	128,8
	E alto	0-25	la	4,70	0,37	0,40	124,7
	O bajo	0-35	la	4,45	0,44	0,47	123,0
	O alto	0-20	la	4,70	0,38	0,43	118,9
Cautín	N bajo	0-35	fa	4,58	0,35	0,34	151,0
	N alto	0-35	fl	4,99	0,35	0,43	96,7
	S bajo	0-30	fl	4,86	0,40	0,42	148,6
	S alto	0-35	fl	4,51	0,45	0,48	118,6
	E bajo	0-30	fl	4,21	0,37	0,50	78,9
	E alto	0-25	fl	4,81	0,47	0,58	129,8
	O bajo	0-25	fl	3,95	0,42	0,61	87,4
	O alto	0-25	fl	4,30	0,44	0,46	112,8
Valdivia	N bajo	0-31	fa	4,30	0,76	0,78	59,0
	N alto	0-25	fa	4,70	0,69	0,87	59,7
	S bajo	0-33	fa	4,90	0,65	0,73	65,7
	S alto	0-28	fa	4,80	0,61	0,66	59,6
	E bajo	0-35	fa	4,80	0,67	0,80	66,1
	E alto	0-30	fa	5,10	0,63	0,72	57,7
	O bajo	0-27	fa	4,70	0,70	0,81	58,5
	O alto	0-30	fa	5,00	0,59	0,70	55,0

la = limo arenoso      fa = franco arenoso  
fl = franco limoso

ciones de mayor altitud, y del mismo modo la capacidad de campo es más baja a mayor altitud. Sin embargo, en el cuadro 2 se puede apreciar que las diferencias entre las distintas situaciones en cada área son muy escasas, lo que permite afirmar que los suelos son homogéneos para las diferentes combinaciones altitud—exposición en cada área.

Al comparar las 3 áreas entre sí puede comprobarse que en forma general poseen suelos de características similares. El origen de los suelos es volcánico, ya sea de cenizas, arenas volcánicas o escoria, que

con frecuencia, particularmente en Valdivia, se encuentran depositadas sobre suelos fósiles. Además, en Malleco y Cautín se encuentran horizontes A y B, y en ocasiones un AB, en tanto que en Valdivia es normal la ausencia de un horizonte B, existiendo en cambio, un horizonte AC de transición.

En Valdivia es frecuente encontrar un horizonte fósil ubicado a más de 1 m de profundidad, el que también es descrito en estudios efectuados por Burschel *et al.* (1976) y por Veblen y Ashton (1978) en otras localidades de la misma área. Las

texturas son más limosas que las áreas de Malleco y Cautín y más arenosas en Valdivia. En concordancia con las texturas, las densidades aparentes son bastante más altas en Valdivia que en Malleco y Cautín y, consecuentemente, son mucho más bajas las capacidades de campo.

De acuerdo con lo señalado, se aprecia entonces una cierta variación entre las áreas en cuanto a las características del suelo analizadas. Malleco y Cautín son relativamente homogéneas y Valdivia es claramente diferente. Es muy probable que si se realiza un muestreo continuo entre las 3 áreas se encuentre, sin embargo, una variación gradual en el sentido latitudinal, lo que naturalmente, habría que comprobarlo.

#### *Dosel arbóreo*

La composición y estructura del bosque en términos de número de árboles y área basal por hectárea para cada combinación altura—exposición en cada área se presenta en el cuadro 3 y figura 1.

En el se observa que 7 especies arbóreas son comunes de las 3 áreas y ellas son: Coigüe, Raulí, Tapa, Trevo, Tineo, Olivillo y Avellano, mientras que 2 especies arbóreas sólo se presentan en Cautín y Valdivia: Ulmo y Mañío de hojas cortas y 1 sólo en Malleco y Cautín: Avellanillo. Lingue sólo se encuentra en Malleco en este dosel.

Al analizar la presencia de las especies arbóreas en las ocho combinaciones altura—exposición se pone en evidencia que sólo 3 especies son comunes a todas las combinaciones en las tres áreas. Ellas son Coigüe, Raulí y Tapa, hecho que por sí sólo muestra la validez de la denominación aplicada al tipo forestal.

En el cuadro 3 se presenta el N° de individuos por hectárea de las especies arbóreas en las diferentes combinaciones exposición—altitud en las 3 áreas. Las exposi-

ciones dentro de cada altitud, representan un gradiente de menor a mayor humedad y de mayor a menor temperatura en el sentido Norte, Oeste, Este, Sur. Del mismo modo se representa un gradiente de temperatura desde las áreas altas, más frías, a las bajas, más cálidas. Por otra parte, la latitud representa también un gradiente de humedad, especialmente durante los períodos críticos de verano (Cuadro N° 4).

Analizando la variación en el N° de árboles por hectárea en el cuadro 3, se observa que tanto para todas las especies en conjunto como para Coigüe y Raulí en particular, hay una tendencia a la disminución desde el norte hacia el sur, aun cuando se produce un ligero aumento de Cautín a Valdivia. Para Tapa la tendencia es al revés, es decir, a aumento del número de árboles por hectárea de norte a sur.

Si se analizan las combinaciones altitud—exposición podrá apreciarse que en Malleco se produce un aumento del número de árboles con la mayor altitud en Coigüe, Raulí, Tapa, Trevo y Avellano, y ocurre lo contrario con Olivillo. No se observa, en cambio, una tendencia clara en el mismo sentido en Cautín y Valdivia para Coigüe, Raulí y Tapa, pero sí para Trevo y Mañío de hojas cortas, especie, esta última, que está prácticamente restringida a las altitudes superiores. Las demás especies, en cambio, presentan menor cantidad de individuos o, simplemente, no se presentan, en los sectores más altos (cuadro 3).

Efectuado un análisis de varianza con los valores de número total de árboles por hectárea para detectar posibles diferencias entre las combinaciones altitud—exposición dentro de cada área se encontraron diferencias significativas con un 95% de confianza entre las altitudes para Cautín y Valdivia; no así para Malleco.

Con estos antecedentes se puede concluir que es evidente además de la disminución del número de árboles por hectá-

Cuadro 3. Número de árboles y área basal por hectárea de las distintas combinaciones altitud-exposición en las áreas de Malleco, Cautín y Valdivia del tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa. La ausencia de la especie se representa por una línea horizontal.

*Number of trees and basal area per hectare of the different altitude-aspect combinations in the Malleco, Cautín and Valdivia areas of the Coigüe-Raulí-Tepa forest type. The species absence is represented by an horizontal line.*

M A L L E C O																
ESPECIES	Norte N/ha	bajo AB/Ha	Norte N/ha	alto AB/Ha	Sur N/ha	bajo AB/Ha	Sur N/ha	alto AB/Ha	Este N/ha	bajo AB/Ha	Este N/ha	alto AB/Ha	Oeste N/ha	bajo AB/Ha	Oeste N/ha	alto AB/Ha
N. dombeyi	80	60,70	93	54,75	20	11,48	60	20,75	87	24,22	133	39,72	73	30,43	93	42,04
N. alpina	73	23,78	180	27,55	60	54,72	160	27,13	113	27,70	187	25,78	107	34,83	147	26,63
L. philippiana	7	1,17	13	1,55	267	22,47	240	10,70	87	2,08	93	4,16	7	0,31	93	4,47
A. punctatum	833	35,23	773	18,25	687	10,50	87	2,57	740	22,81	373	4,94	593	14,58	580	7,74
P. lingue	13	0,93	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
N. trichosperma	7	0,99	40	3,06	40	7,94	127	8,50	113	9,59	87	5,37	87	15,50	73	5,99
D. diacanthoides	40	1,58	147	8,06	13	0,06	260	7,44	27	1,04	7	0,39	—	—	173	4,65
G. avellana	140	3,72	227	4,80	60	0,40	360	7,72	260	3,98	573	8,04	240	2,25	280	4,71
L. dentata	73	0,71	33	0,25	107	1,51	140	1,75	87	0,67	87	0,92	87	1,34	40	0,33
T O T A L	1566	128,81	1566	118,25	1253	109,67	1433	86,50	1513	91,10	1540	89,37	1193	99,23	1480	96,57
C A U T I N																
N. dombeyi	39	45,58	60	74,30	28	39,70	41	57,88	34	31,55	35	52,98	48	34,55	40	57,81
N. alpina	41	31,30	55	39,54	34	24,55	28	20,70	28	15,14	27	16,22	41	25,59	34	15,42
L. philippiana	295	31,61	154	17,28	262	38,59	194	32,75	213	6,50	241	22,09	14	14,00	181	36,96
A. punctatum	252	15,31	—	—	287	16,27	—	—	406	26,74	—	—	500	32,55	—	—
N. trichosperma	35	14,11	26	1,46	14	11,99	14	6,56	47	15,93	20	2,37	20	8,76	—	—
D. diacanthoides	21	2,94	14	0,87	—	—	74	20,61	14	2,27	27	8,88	—	—	40	2,68
E. cordifolia	14	0,56	—	—	20	7,46	—	—	81	19,32	—	—	14	1,04	—	—
S. conspicua	—	—	213	26,49	—	—	68	5,07	—	—	207	27,58	—	—	147	21,82
G. avellana	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L. dentata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
T O T A L	737	141,38	522	159,94	812	141,29	412	143,58	864	122,35	557	130,13	904	130,36	442	134,69
V A L D I V I A																
N. dombeyi	67	57,22	87	63,98	49	34,19	67	62,80	74	75,62	41	48,53	54	35,83	48	55,87
N. alpina	73	45,51	95	71,21	41	23,68	81	51,09	48	42,29	48	40,22	41	38,39	67	51,10
L. philippiana	547	15,20	386	21,78	167	11,91	174	9,77	480	8,79	301	26,96	280	7,02	166	10,33
N. trichosperma	27	0,84	—	—	40	12,67	—	—	267	6,84	—	—	34	15,40	—	—
E. cordifolia	14	0,69	—	—	87	2,47	—	—	47	1,21	—	—	7	0,33	—	—
D. diacanthoides	27	0,18	67	1,69	34	2,70	81	6,12	53	1,38	28	9,54	7	1,41	94	10,83
S. conspicua	—	—	—	—	147	6,61	175	9,35	—	—	106	10,88	—	—	200	17,10
A. punctatum	—	—	—	—	67	3,55	—	—	47	0,30	—	—	601	25,89	—	—
G. avellana	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	113	5,04	—	—
T O T A L	822	117,10	635	158,66	679	98,18	578	139,13	1129	137,17	524	136,13	1191	129,82	575	145,24

rea hacia el sur del rango de distribución del tipo forestal, una disminución de la presencia de especies en las mayores altitudes hacia el sur.

Cuadro 4. Precipitaciones medias por estación y anuales en mm para las áreas de Malleco, Cautín y Valdivia dentro del tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa. Entre paréntesis valores en  $\%$ . (Fuentes: F.A.Ch., 1965 (Malleco) Huber, com. personal (Cautín) Almeyda y Sáez, 1958 (Valdivia)).

*Mean seasonal and annual precipitation (in mm) for Malleco, Cautín and Valdivia areas within the Coigüe-Raulí-Tepa forest type. In parenthesis percentage values (Sources: F.A.Ch., 1965 (Malleco); Huber, personal communication (Cautín), Almeyda and Sáez 1958 (Valdivia)).*

	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Total
Malleco	1063 mm (28,35)	1686 mm (44,95)	723 mm (19,28)	278 mm ( 7,42)	3750 mm (100)
Cautín	800 mm (22,86)	1600 mm (45,71)	700 mm (20,00)	400 mm (11,45)	3500 mm (100)
Valdivia	1360 mm (27,36)	2050 mm (41,25)	920 mm (18,51)	640 mm (12,88)	4970 mm (100)

La Figura 1 muestra la respuesta a los gradientes medio ambientales en las tres especies comunes del tipo forestal en cuanto a los mayores diámetros alcanzados por los ejemplares, y el Cuadro N° 5, en cuanto a las alturas máximas alcanzadas.

Al revés de lo que ocurre con el número de árboles por hectárea, se aprecia en la Figura 1 y cuadro N° 5 que las alturas y los diámetros máximos alcanzados por las especies tienden a aumentar de Malleco a Valdivia, es decir, de norte a sur. Tepa y algunas combinaciones puntuales en Coigüe y Raulí, aparecen como excepción porque los diámetros mayores se encuentran en Cautín (Figura 1); sin embargo, ello puede interpretarse como una variación derivada de una etapa de desarrollo más avanzada en Cautín que en Valdivia, representada por un menor número de árboles pero de mayor tamaño y área basal tanto para el total como para Coigüe y Raulí particularmente. Efectivamente, mientras en Malleco se tienen 1200 a 1500 árboles por hectárea con 86 a 133  $m^2$  de área basal y en Valdivia, 520 a

1200 árboles con 100 a 160  $m^2$  por hectárea, Cautín tiene 122 a 160  $m^2$  por hectárea repartidos en sólo 400 a 900 árboles (Cuadro N° 3).

En cuanto a las combinaciones altitud-exposición sólo se aprecia una tendencia en Coigüe a alcanzar mayores diámetros máximos en las áreas de mayor altitud (Figura 1). Una tendencia similar se observa en Raulí y Tepa de Valdivia.

Los análisis de varianza efectuados con los valores de área basal para detectar las diferencias entre las distintas combinaciones dentro de cada área, señalaron diferencias significativas con un 95 $\%$  de confianza entre las exposiciones y no entre las altitudes para las áreas de Malleco y Cautín y entre las altitudes y no entre las exposiciones para Valdivia.

Se desprende de estos últimos análisis que, haciendo abstracción de diferencias en etapas sucesionales entre las áreas, el aumento en tamaño (alturas y diámetros mayores y área basal por hectárea) de las especies a medida que se avanza hacia el sur es indicador de mejor sitio, lo que no



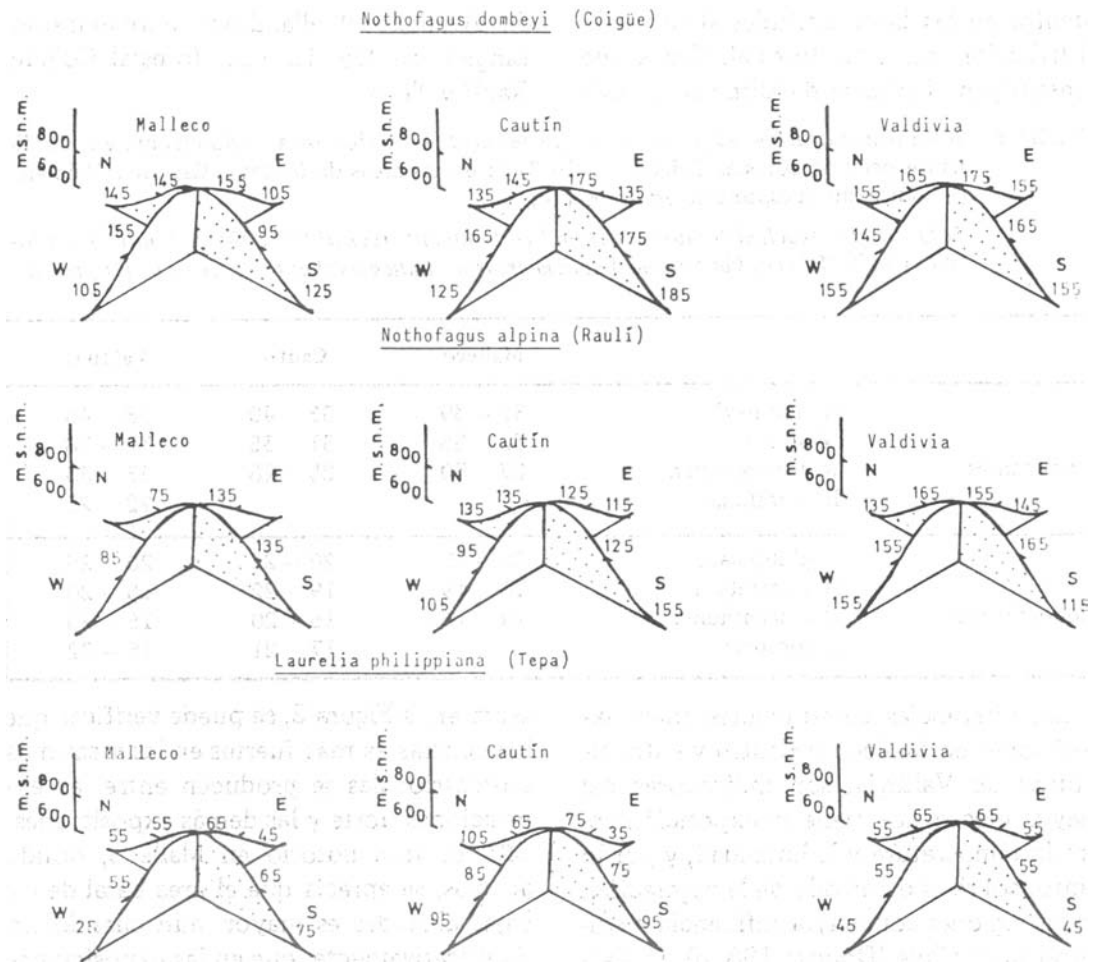


Fig. 1. Representación gráfica de los diámetros máximos (en cm) alcanzados por las especies Coigüe, Raulí y Tepa en las ocho combinaciones altitud-exposición en las áreas de Malleco, Cautín y Valdivia. Donde no aparece una cifra significa ausencia de la especie.

Graphic representation of the largest diameters (in cm) of the species Coigüe, Raulí and Tepa in the eight combinations altitude—aspect at Malleco; Cautín and Valdivia. Absence of a number implies absence of the species.

es contradictorio con la disminución que se presenta en el número de árboles. Por el contrario, la mayor densidad con menor desarrollo de los individuos es una respuesta plástica -de las especies a calidades de sitio más bajas.

Sin embargo, la ausencia de algunas especies en las mayores altitudes a medida que se avanza hacia el sur, puede interpretarse como un indicador de condiciones más críticas para ellas a medida que aumenta la altitud con la latitud. Una excep-

ción a esta condición la constituye Mañío de hojas cortas, que sólo se hace presente en las altitudes mayores hacia el sur, mostrando con ello adaptabilidad a bajas temperaturas. En algunas especies, al factor temperatura, que puede ser crítico en las mayores altitudes, se suma la humedad que puede ser crítica en estas así como en las bajas altitudes; ese podría ser el caso de Ulmo, especie que requiere niveles altos de humedad con buen drenaje (Donoso *et al.* 1984; 1985), condición que en-

cuentra en las bajas altitudes al sur de la distribución del tipo forestal. Casos que constituyen el reverso de Ulmo son Oliv-

lio, Avellano, Avellanillo y en un extremo, Lingue, dentro del tipo forestal Coigüe, Raulí y Tepa.

Cuadro 5. Alturas máximas de las principales especies arbóreas de los estratos dominante y codominante del tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa en las áreas de Malleco, Cautín y Valdivia. (- Indica que la especie no está presente).

*Total heights reached by dominant and codominant trees of the Coigüe-Raulí-Tepa forest type in Malleco, Cautín and Valdivia areas. (-Indicates that the species is not present.*

		Malleco	Cautín	Valdivia
Dominantes	N. dombeyi	35 - 39	35 - 40	38 - 45
	N. alpina	32 - 35	31 - 35	32 - 38
	W. trichosperma	27 - 30	25 - 28	25 - 30
	E. cordifolia			22 - 25
Codominantes	L. philippiana	20 - 23	20 - 25	20 - 25
	A punctatum	16 - 19	19 - 22	15 - 20
	D. diacanthoides	14 - 16	16 - 20	15 - 25
	S. conspicua		17 - 21	15 - 22

Las diferencias determinadas entre exposiciones en Malleco y Cautín y entre altitudes en Valdivia, son indicadoras del mayor efecto que tiene la exposición sobre la temperatura y la humedad, y por lo tanto, sobre el desarrollo de la vegetación, en las regiones con mayor influencia mediterránea en Chile (Donoso 1981b); Di Castri, Hajek 1976). En cambio, más al sur, la mayor homogeneidad climática determina que las diferencias entre exposiciones no sean tan marcadas; por otra parte, la diferencia entre altitudes se hace más pronunciada debido a la más alta latitud. Si se ob-

serva en la Figura 2, se puede verificar que los contrastes más fuertes en las áreas más septentrionales se producen entre las exposiciones norte y las demás exposiciones. Ello es más notorio en Malleco, donde además, se aprecia que el área basal de las bajas altitudes es mayor, aun cuando no significativamente, que en las exposiciones altas. Si se enfrenta eso con el menor número de árboles por hectárea que se presenta en las bajas altitudes de Malleco respecto de los sectores altos, se puede desprender que el sitio para las especies forestales en esta área es mejor en las primeras.

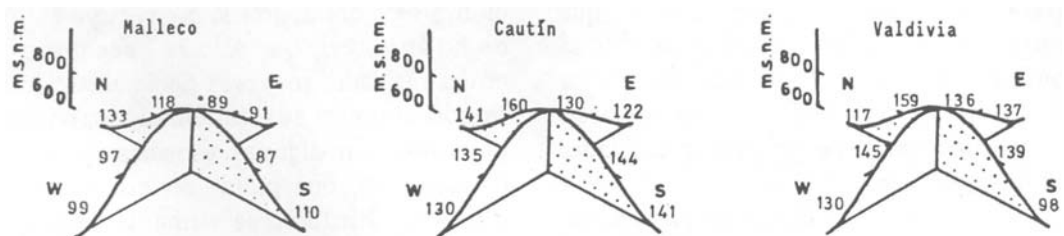


Fig. 2. Representación gráfica del área basal total (en m<sup>2</sup>), alcanzada por cada una de las ocho combinaciones altitud-exposición en las áreas de Malleco, Cautín y Valdivia.

*Graphic representation of the total basal area (in m<sup>2</sup>) of each of the eight aspect-altitude combinations at Malleco, Cautín and Valdivia areas.*

### *Sotobosque*

Entendiéndose por tal toda la vegetación que se encuentra por debajo del dosel arbóreo, la consideraremos para efectos de este trabajo constituida por tres componentes diferentes, a saber, brinzal, regeneración y sotobosque propiamente tal.

### *Brinzal*

La composición y número de individuos por hectárea del brinzal se presentan en el Cuadro N° 6. A las especies de brinzal se han agregado en el cuadro los arbustos que se presentan en estado de brinzal.

Se puede apreciar en el Cuadro N° 6 que en Malleco existe consistencia entre el brinzal y el dosel arbóreo; así es como sólo Coigüe en Oeste alto, Tineo en Norte alto y Trevo en Norte bajo y Este alto no presentan brinzales lo que puede atribuirse sólo a contingencias de azar.

En Cautín la situación es distinta, debido a que Coigüe, Raulí y Tineo presentan brinzales sólo en la exposición norte, mientras que Avellano y Avellanillo, que no presentaban ejemplares en el dosel arbóreo, presentan brinzales en las altitudes inferiores. Además Lingue presenta ejemplares de brinzales en Este bajo y Oeste bajo, donde no se presentaban individuos adultos. En las demás especies existe consistencia entre dosel arbóreo y brinzales.

El que las especies intolerantes no presenten regeneración en la mayor parte de las combinaciones exposición—altitud puede interpretarse como una corroboración de lo señalado anteriormente, en el sentido de que los rodales muestreados en Cautín constituyen una etapa sucesional más avanzada que en las otras áreas. En cuanto a Avellano, Avellanillo y Lingue, su aparición en el brinzal puede ser simplemente una evidencia de una condición marginal de sus rangos de distribución latitudinal o altitudinal.

En Valdivia, la presencia de brinzales en relación con el dosel arbóreo ofrece similitud con lo que se discutió para Cautín, aun cuando son más escasas las situaciones en que Coigüe, Raulí y Tineo, las especies intolerantes, no presentan brinzales. Es decir, hay más consistencia entre dosel arbóreo y brinzal en Valdivia que en Cautín, lo que puede deberse a su estado sucesional menos avanzado en el área valdiviana.

### *Regeneración*

El número de individuos por Há. de la regeneración se presenta en el Cuadro 7.

La correspondencia entre la presencia de regeneración y el bosque adulto es algo menor que la encontrada entre el brinzal y el bosque adulto, puesto que aparecen más situaciones donde presentándose la especie en estado adulto, no se presenta como regeneración, lo que simplemente es una consecuencia del grado de tolerancia de las especies y la etapa sucesional de la comunidad.

Se puede apreciar en el Cuadro N° 7 que la regeneración de Coigüe y Raulí es poco abundante en las tres áreas, aun cuando es notoriamente menor o nula en Cautín. Se aprecia la tendencia en la regeneración de Coigüe a ser más abundante en las áreas bajas en Malleco y en las altas en Cautín y Valdivia. Del mismo modo se observa que es más importante la regeneración de Coigüe sobre troncos y en claros, en tanto que la de Raulí es frecuente y abundante en los claros y bajo dosel, y sólo se presenta en una situación sobre troncos. Esto está de acuerdo con los grados de tolerancia reconocidos para ambas especies (Mueller—Using, Schlegel 1981) y con las evidencias obtenidas recientemente en bosques de Valdivia (Veblen *et al.* 1981; Uebelhor 1984; Henríquez 1985).

La regeneración de Tepa aumenta consistentemente hacia el sur, siendo mucho más alta en Valdivia y en un grado un po-

Cuadro 6. Número de brinzales por hectárea de las diferentes especies del tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa en las diferentes combinaciones altitud-exposición en las áreas de Malleco, Cautín y Valdivia. (Entre paréntesis valores en porcentaje). La ausencia de la especie se representa por una línea horizontal.

*Saplings per hectare of the species in the different combinations altitude-aspect at Malleco, Cautín and Valdivia areas of the Coigüe-Raulí-Tepa forest type. (In parenthesis percentage values). The absence of the species is represented by an horizontal line.*

MALLECO								
	Norte bajo	Norte alto	Sur bajo	Sur alto	Este bajo	Este alto	Oeste bajo	Oeste alto
N. dombeyi	140 (4,75)	13 (0,42)	120 (3,54)	27 (0,79)	67 (1,85)	27 (0,88)	260 (6,92)	—
N. alpina	73 (2,48)	27 (0,88)	200 (5,89)	253 (7,42)	40 (1,10)	27 (0,88)	280 (7,46)	53 (1,87)
L. philippiana	20 (0,68)	27 (0,88)	113 (3,33)	387 (11,36)	140 (3,87)	133 (4,33)	20 (0,53)	133 (4,69)
A. punctatum	1493 (50,66)	1293 (42,26)	1580 (46,56)	447 (13,12)	1560 (43,08)	807 (26,25)	1367 (36,41)	740 (26,12)
W. trichosperma	27 (0,91)	—	27 (0,79)	33 (0,97)	60 (1,66)	13 (0,42)	93 (2,48)	33 (1,16)
D. diacanthoides	—	33 (1,08)	60 (1,77)	220 (6,46)	173 (4,78)	—	7 (0,18)	180 (6,35)
P. lingue	27 (0,91)	—	—	—	—	—	—	—
G. avellana	827 (28,06)	1053 (34,42)	653 (19,24)	1160 (34,05)	100 (2,76)	1333 (43,36)	1200 (311,96)	1100 (38,83)
L. dentata	300 (10,18)	433 (14,15)	533 (15,71)	413 (12,12)	300 (8,28)	427 (13,89)	313 (8,34)	287 (10,13)
Arbustos	40 (1,36)	180 (5,88)	107 (3,18)	467 (13,30)	221 (7,75)	307 (9,97)	214 (5,69)	317 (10,74)
<b>TOTAL</b>	<b>2947</b>	<b>3059</b>	<b>3393</b>	<b>3407</b>	<b>3621</b>	<b>3074</b>	<b>3754</b>	<b>2833</b>
CAUTIN								
N. dombeyi	27 (2,26)	13 (0,91)	—	—	—	—	—	—
N. alpina	—	23 (2,30)	—	—	—	—	—	—
L. philippiana	333 (27,86)	660 (46,09)	133 (9,64)	760 (66,26)	227 (14,95)	1673 (73,86)	20 (1,46)	1067 (78,45)
A. punctatum	427 (25,73)	—	313 (22,69)	—	533 (35,11)	—	573 (41,73)	—
W. trichosperma	7 (0,58)	7 (0,49)	—	—	—	—	—	—
D. diacanthoides	7 (0,58)	73 (5,10)	—	327 (28,51)	—	200 (8,89)	7 (0,51)	180 (13,29)
E. cordifolia	60 (5,03)	—	127 (9,22)	—	320 (21,08)	—	13 (0,94)	—
S. conspicua	—	400 (27,93)	—	33 (2,86)	—	53 (2,34)	—	27 (1,99)
P. lingue	—	—	—	—	7 (0,46)	—	167 (12,16)	—
G. avellana	47 (3,94)	—	60 (4,36)	—	133 (8,76)	—	233 (16,97)	—
L. dentata	80 (6,69)	—	20 (1,45)	—	153 (10,00)	—	80 (5,82)	—
M. apiculata	7 (0,18)	100 (6,98)	—	7 (6,61)	—	253 (11,17)	73 (5,32)	33 (2,43)
Arbustos	227 (19,01)	146 (10,2)	726 (52,64)	20 (1,74)	145 (9,56)	86 (3,80)	160 (13,12)	53 (3,90)
<b>TOTAL</b>	<b>1195</b>	<b>1432</b>	<b>1379</b>	<b>1147</b>	<b>1518</b>	<b>2265</b>	<b>1373</b>	<b>1360</b>
VALDIVIA								
N. dombeyi	20 (1,29)	426 (26,36)	—	—	13 (0,68)	73 (3,73)	—	67 (4,06)
N. alpina	106 (6,83)	732 (45,30)	20 (1,05)	60 (9,01)	40 (2,11)	459 (23,45)	—	293 (17,75)
L. philippiana	633 (40,81)	131 (8,60)	186 (9,77)	386 (57,98)	799 (42,10)	613 (31,32)	140 (8,47)	619 (37,49)
A. punctatum	—	—	147 (7,72)	—	379 (19,97)	—	686 (41,53)	—
W. trichosperma	—	—	20 (1,05)	—	—	—	7 (0,42)	—
D. diacanthoides	446 (28,76)	319 (19,74)	166 (8,72)	213 (31,98)	47 (2,48)	533 (27,24)	—	406 (24,50)
G. avellano	—	—	573 (30,09)	20 (1,05)	—	—	286 (17,31)	—
E. cordifolia	20 (1,29)	—	346 (18,17)	—	27 (1,42)	—	60 (3,63)	—
S. conspicua	—	—	333 (17,49)	7 (1,05)	—	279 (14,26)	—	266 (16,11)
N. apiculata	299 (19,28)	—	—	—	260 (13,70)	—	33 (2,00)	—
Arbustos	27 (1,79)	—	113 (5,93)	—	313 (16,49)	—	440 (26,63)	—
<b>TOTAL</b>	<b>1551</b>	<b>1616</b>	<b>1904</b>	<b>666</b>	<b>1898</b>	<b>1957</b>	<b>1652</b>	<b>1651</b>

co menor en Cautín. La regeneración se presenta en su mayor parte bajo dosel, pero hacia el sur se hace importante su presencia sobre troncos y en menor medida en claros. La abundancia de la regeneración es consistente con la abundancia de Tepas en el dosel arbóreo, tanto a nivel de situaciones altitud—exposición como de áreas geográficas (Cuadros 3 y 7).

Similar es lo que ocurre con Olivillo, pero en forma contraria, en el sentido de que aumenta la abundancia y la presencia de regeneración tanto bajo dosel como en claros o sobre troncos, hacia el norte y en las situaciones donde Olivillo es más abundante en el dosel superior. En esta especie, consecuentemente con lo señalado, la regeneración es muy abundante y se presenta tanto bajo dosel como en claros y sobre troncos especialmente en Malleco, donde es abundante en el dosel arbóreo. Esta última condición se observa también en áreas bajas con remanentes originales de la asociación Roble—Laurel—Lingue—Olivillo, como fue documentado por Veblen *et al* (1979). Similar es la situación para Avellano (Cuadros N° 3, 6 y 7).

En Lingue se presenta regeneración y en algunos casos brinzal en las situaciones Oeste bajo de Malleco y Este bajo y Oeste bajo de Cautín, donde no se presentaban como dosel arbóreo. Ello puede interpretarse como que en esas situaciones había ejemplares de Lingue maduros en el pasado, que probablemente fueron cortados hace muchos años, no quedando vestigios de tocones, o que se trata de individuos con pocas probabilidades de éxito que aparecen marginalmente o en ecotonos, en esa latitud y altitud del tipo forestal.

#### *Sotobosque propiamente tal*

Las especies de este tipo que se encontraron en las diferentes situaciones exposición—altitud en las tres áreas analizadas, se presentan en el Cuadro N° 8.

Los siguientes índices de similaridad, de Sorensen se encontraron al comparar cada una de las tres áreas entre sí, considerando a cada una de ellas como un todo:

Valdivia - Malleco	= 57,63
Cautín - Malleco	= 61,33
Valdivia - Cautín	= 67,44

Los valores del índice reflejan que las áreas son relativamente disímiles entre sí al considerar el total de las especies componentes siendo más acentuada la disimilaridad entre Valdivia y Malleco, que presentan 21 especies comunes y presentándose la mayor similaridad entre Valdivia y Cautín con 29 especies comunes, como se podía esperar.

El análisis de los índices de similaridad obtenidos entre las combinaciones exposición—altitud dentro de cada área muestra que en Malleco existe gran similaridad entre las distintas situaciones, lo que se aprecia en el Cuadro N° 8 y queda reflejado en los valores de los índices de similaridad que fluctúan entre 80 (Norte alto con Sur alto) y 95,2 (Norte bajo con Este alto). La menor similaridad entre la situación Sur alto y Norte alto y, en general, entre las exposiciones sur con las demás exposiciones, se deben a que las primeras presentan una mayor cantidad de especies que se pueden interpretar como indicadoras de habitats más húmedos y sombríos (Deus 1982); ese es el caso principalmente de *Azara lanceolata* y las herbáceas *Nertera granadensis*, *Ourisia coccinea* y *Valeriana* sp.

En el caso de Cautín, los índices de similaridad entre las distintas combinaciones exposición—altitud muestran en general valores más bajos que los obtenidos en Malleco, lo que señala un grado menor de similaridad entre las distintas situaciones. (Cuadro 7).

MALLECO																
ESPECIES	NORTE BAJO				NORTE ALTO				SUR BAJO				SUR ALTO			
	1	2	3	T	1	2	3	T	1	2	3	T	1	2	3	T
N. dombeyi	119	2380	----	2500	----	----	----	----	----	----	119	119	----	----	357	357
N. alpina	119	714	----	833	119	----	119	238	----	1428	----	1428	238	119	1071	1428
L. philippiana	357	----	----	357	----	----	----	----	----	----	----	1428	357	----	119	476
A. punctatum	8690	238	714	9642	6547	----	238	6785	4047	595	357	5000	1190	----	----	1190
W. trichosperma	----	119	----	119	----	----	----	----	----	----	357	357	----	----	119	119
D. diacanthoides	----	357	----	357	----	----	----	----	357	----	----	357	714	----	----	714
S. conspicua	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
P. lingue	1309	----	119	1428	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
E. cordifolia	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
G. avellana	4047	1071	595	5714	952	357	952	1785	1071	----	119	1190	2976	----	1071	4047
L. dentata	1071	238	357	1666	1309	238	119	1666	595	595	----	1190	952	----	357	1109
T O T A L	15712	5116	1785	22616	8927	595	1428	10474	6070	2618	952	9641	6427	119	3084	9640
CAUTIN																
N. dombeyi	----	----	----	----	----	952	119	1071	----	----	----	----	119	357	119	595
N. alpina	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	119	357	119	595
L. philippiana	2619	----	714	3333	3095	----	1309	4404	238	----	----	238	3333	714	----	4047
A. punctatum	1428	----	----	1428	119	119	----	238	1666	----	----	1666	119	----	----	119
W. trichosperma	----	----	----	----	----	----	119	119	----	----	----	----	119	----	357	476
D. diacanthoides	238	----	----	238	----	----	----	----	----	----	----	----	476	119	----	595
S. conspicua	----	----	----	----	2738	----	714	3452	----	----	----	----	238	----	----	238
P. lingue	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
E. cordifolia	357	----	238	595	----	----	----	----	357	----	----	357	----	----	----	----
G. avellana	238	----	----	238	----	----	----	----	119	----	----	119	----	----	----	----
L. dentata	----	----	119	119	238	----	357	595	----	----	----	----	----	----	----	----
L. apiculata	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Arbustos	----	----	----	----	476	----	----	476	476	----	----	476	----	----	----	----
T O T A L	4880	----	1071	5951	6666	1071	2618	10361	2856	----	----	2856	4404	1190	476	6070
VALDIVIA																
N. dombeyi	120	476	----	596	595	2260	4525	7380	----	----	----	----	120	355	476	950
N. alpina	120	714	----	834	2143	1429	----	3571	----	----	----	----	950	120	----	1020
L. philippiana	2266	----	2143	4405	715	235	950	1900	1547	----	476	2023	8095	238	5833	14166
A. punctatum	----	----	----	----	----	----	----	----	714	----	----	714	----	----	----	----
W. trichosperma	----	238	120	358	----	----	----	----	120	----	----	120	----	----	----	----
D. diacanthoides	833	357	----	1190	710	120	----	830	238	----	----	238	1145	----	----	1145
S. conspicua	----	----	----	----	----	----	----	----	1666	----	238	1904	238	----	----	238
P. lingue	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
E. cordifolia	120	----	----	120	----	----	----	----	357	----	----	357	----	----	----	----
G. avellana	----	----	----	----	----	----	----	----	952	238	714	1904	----	----	----	----
L. dentata	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
L. apiculata	476	357	----	833	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Arbustos	----	----	----	----	----	----	----	----	833	----	----	833	----	----	----	----
T O T A L	3931	2142	2263	8336	4163	4044	5475	13682	6427	238	1428	8093	10548	663	6309	17520

Cuadro 7 B. Número de individuos de regeneración de las especies del tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa en las distintas combinaciones altitud-exposición en las áreas de Malleco, Cautín y Valdivia, ubicado bajo dosel (1), en claros (2), sobre troncos en descomposición (3) y en total (T). (Las líneas segmentadas indican ausencia de regeneración).  
*Number of seedlings of the tree species of the Coigüe-Raulí-Tepa forest type in the different combinations altitude-aspect at Malleco, Cautín and Valdivia, Located under canopy (1), beneath canopy openings (2), rooted on fallen logs (3) total (T). (Segmental lines indicate regeneration absence).*

M A L L E C O																
ESPECIES	ESTE BAJO				ESTE ALTO				OESTE BAJO				OESTE ALTO			
	1	2	3	T	1	2	3	T	1	2	3	T	1	2	3	T
N. dombeyi	119	119	----	238	----	----	238	238	238	238	----	476	----	----	----	----
N. alpina	----	----	----	----	119	----	----	119	119	357	----	476	----	119	----	119
L. philippiana	119	----	----	119	3571	238	476	4285	238	----	----	238	----	----	----	----
A. punctatum	7500	830	1785	10115	----	----	----	----	12619	714	2023	15357	2738	----	595	3333
W. trichosperma	537	119	----	476	238	----	----	238	----	----	119	119	----	----	----	----
D. diacanthoides	476	119	238	833	----	----	----	----	----	----	----	----	----	357	----	357
S. conspicua	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
P. lingue	----	----	----	----	----	----	----	----	476	----	----	476	----	----	----	----
E. cordifolia	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
G. avellana	2857	833	----	3690	2261	595	833	3689	3095	119	476	3690	1666	----	952	2618
L. dentata	476	----	----	476	----	----	357	357	2261	119	----	2380	595	----	357	952
TOTAL	12084	2020	2023	17970	6189	833	1904	8926	19046	1547	2618	23212	4999	476	1904	7379
C A U T Í N																
N. dombeyi	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
N. alpina	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
L. philippiana	833	----	----	833	1190	----	2380	3570	238	----	----	238	5952	----	2380	8333
A. punctatum	8571	----	----	8571	----	----	----	----	4642	595	----	5487	----	----	----	----
W. trichosperma	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
D. diacanthoides	----	----	----	----	238	----	----	----	238	----	----	----	238	----	----	238
S. conspicua	----	----	----	----	238	----	----	238	----	----	----	----	----	----	----	----
P. lingue	1785	----	----	1785	----	----	----	----	1904	357	----	2261	----	----	----	----
E. cordifolia	1309	----	----	1309	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
G. avellana	476	----	----	476	----	----	----	----	1428	----	----	1428	----	----	----	----
L. dentata	----	----	----	----	----	----	----	----	119	----	----	119	----	----	----	----
L. apiculata	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Arbustos	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
TOTAL	12974	----	----	12974	1666	----	2380	8571	8331	932	----	9533	6190	----	2380	8571
V A L D I V I A																
N. dombeyi	----	----	----	----	----	238	833	1071	----	----	----	----	476	238	357	1071
N. alpina	----	----	----	----	1190	1190	----	2380	----	----	----	----	1071	238	714	2023
L. philippiana	2083	----	357	2380	2738	238	----	2976	238	----	238	476	3928	----	1667	5595
A. punctatum	----	----	----	----	----	----	----	----	26428	----	833	27261	----	----	----	----
W. trichosperma	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
D. diacanthoides	120	----	----	120	952	----	----	952	----	----	----	----	1428	----	----	1428
S. conspicua	----	----	----	----	1428	120	----	1548	----	----	----	----	2024	----	952	2976
P. lingue	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
E. cordifolia	120	----	----	120	----	----	----	----	476	----	238	714	----	----	----	----
G. avellana	----	----	----	----	----	----	----	----	3929	----	----	3929	----	----	----	----
L. dentata	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
L. apiculata	1190	----	120	1310	----	----	----	----	357	----	----	357	----	----	----	----
Arbustos	5713	----	953	6666	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
TOTAL	9166	----	1430	10596	6308	1786	833	8927	31428	----	1309	32737	8927	476	3690	13093

El rango fluctúa desde 59,26% hasta 90,90%, sin embargo la mayor parte de los valores son inferiores a 70. Los índices más altos de similaridad (77,42 a 90,95) se encuentran entre las comunidades de la misma altitud, (independientemente de la exposición), en tanto que los más bajos (59,26 a 67,92) corresponden a compara-

ciones entre altitudes distintas, (independientemente de la exposición) (Castillo 1983). En el Cuadro 8 se explica esta diferencia entre rodales de distintas altitudes principalmente por la ausencia de *Gevuina avellana*, *Lomatia dentata*, *Raphithamnus spinosus*, *Rhamnus diffusus*, *Caldcluvia paniculata*, *Lapageria rosea*, *Cissus striata*

Cuadro 8. Presencia de especies de sotobosque propiamente tal en las distintas combinaciones altitud-exposición en Malleco (1), Cautín (2) y Valdivia (3) en el tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa. (+ = presencia, - = ausencia).

Occurrence of understory species in different altitude-aspect combinations at Malleco (1), Cautín (2) and Valdivia (3) in the Coigüe-Raulí-Tepa forest type. (+ = presence, - = absence).

	N. bajo			N. alto			S. bajo			S. alto			E. bajo			E. alto			O. bajo			O. alto			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<b>Arbustos</b>																									
<i>Azara lanceolata</i>	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+
<i>Berberis darwini</i>	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Berberis linearifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caldcluvia paniculata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chusquea culeou</i>	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Desfontainea spinosa</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gaultheria phyllyreif.</i>	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+
<i>Gevuina avellana</i>	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+
<i>Lomatia dentata</i>	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+
<i>Lomatia ferruginea</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Luma apiculata</i>	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-
<i>Maytenus magellanica</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-
<i>Myoschilos oblonga</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myrceugenia chrysocarpa</i>	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+
<i>Pernettya mucronata</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudopanax laetevirens</i>	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+
<i>Raphithamnus spinosus</i>	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Ribes magellanica</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Sophora microphylla</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<b>Lianas y enredaderas</b>																									
<i>Asteranthera ovata</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+
<i>Boquila trifoliata</i>	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+
<i>Campsidium valdivianum</i>	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Cissus striata</i>	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dioscorea spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elytropus chilensis</i>	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+
<i>Griselinia ruscifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydrangea integerrima</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lardizabala biternata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lapageria rosea</i>	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+
<i>Luzuriaga erecta</i>	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+
<i>Luzuriaga radicans</i>	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mitraria coccinea</i>	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+
<i>Sarmienta repens</i>	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Hierbas</b>																									
<i>Codonorchis lesonii</i>	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+
<i>Cynanchum pachyphyllum</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dysopsis spp</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Greigia spachelata</i>	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-
<i>Nertera granadensis</i>	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Osmorrhiza chilensis</i>	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+
<i>Ourisia coccinea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Uncinia phleoides</i>	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-
<i>Valeriana sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Viola spp</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<b>Helechos</b>																									
<i>Adiantum chilensis</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Asplenium dactyloides</i>	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Blechnum blechnoides</i>	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Blechnum chilensis</i>	+	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+
<i>Blechnum hastatum</i>	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dendrologotrichon dendroides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lophosoria quadri-pinenata</i>	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-
<i>Pteris chilensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



y *Lardizabala biternata* en los sectores bajos de las exposiciones y su presencia en las partes altas.

En Valdivia hay mayor disimilaridad entre las distintas combinaciones que en Cautín y, más aun que en Malleco. Ello se puede apreciar en el Cuadro 8 y lo indican los valores de los índices que fluctúan entre 33,30 y 78,04, encontrándose sólo dos valores sobre 70. Las comunidades más fuertemente contrastadas son Norte bajo con Sur bajo, lo que es un índice de que en esta área las altitudes y las exposiciones diferentes están interactuando, con lo que determinan una mayor disimilaridad que la encontrada en las otras áreas. (Cockbaine 1982).

### CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos y su discusión se pueden obtener conclusiones precisas respecto del área vegetacional estudiada.

Las características y variaciones del tipo forestal Coigüe—Raulí-Tepa quedan clarificadas mediante estos resultados por lo menos a lo largo de su distribución en la Cordillera de los Andes donde presenta cierta variación en las características del clima y del suelo las que, naturalmente, se reflejan en la vegetación.

Así es como mientras el número de individuos por hectárea tiende a disminuir hacia el Sur, tanto en las comunidades como en las poblaciones de cada especie, las alturas, los diámetros máximos y las áreas basales por hectárea y por consiguiente, los volúmenes, tienden a aumentar hacia el Sur. En el caso de Tepa se produce aumento hacia el Sur de todos los parámetros, incluyendo número de árboles por hectárea.

La variación positiva de estos parámetros hacia el Sur se interpreta como indicadora de mejor sitio para el total de árbo-

les en conjunto, así como para la mayor parte de las especies en particular.

La disminución de algunas especies a medida que se avanza hacia el Sur no va asociada siempre con un aumento de los parámetros de desarrollo, sino que en muchas especies se asocia con su disminución o ausencia de las mayores altitudes hacia el sur, como es el caso de Tineo, Olivillo, Avellano, Ulmo, Avellanillo y Lingue. Se interpreta ello como un indicador de condiciones más críticas para esas especies a medida que aumenta la altitud con la latitud. Incluso varias de esas especies tienen sus óptimos de distribución y desarrollo en áreas más septentrionales o meridionales, o en sectores de menor altitud o costeros, lo que las transforma en marginales para el tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa.

El efecto de la exposición sobre la vegetación se hace más pronunciado hacia las áreas septentrionales del tipo forestal, como consecuencia de la influencia mediterránea que experimentan claramente esas áreas. Por el contrario, la altitud tiene mayor influencia hacia el sur como consecuencia del mayor efecto de la latitud y la menor o ninguna influencia mediterránea.

La regeneración que presentan las especies del tipo forestal es consistente con la abundancia de ellas en el dosel superior y con su grado de tolerancia. La composición florística, considerando en especial al sotobosque varía de Norte a Sur en forma gradual, como lo indican los índices de similaridad. La similaridad florística entre las diferentes combinaciones altitud—exposición es alta en el área más septentrional y se hace menor hacia las áreas más meridionales dentro del tipo forestal. En otras palabras, las combinaciones altitud—exposición presentan mayores deficiencias entre sí en el sur que en el norte.

REFERENCIAS

- ALMEYDA, E.; SAEZ, S.F. 1958. Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. Ministerio de Agricultura, Santiago. Chile.
- BRUN, R. 1975. Estructura y potencialidad de distintos tipos de bosque nativo en el sur de Chile. *Bosque* (1): 6-17.
- BURSCHEL, N.P.; GALLEGOS, G.C.; MARTINEZ, O.; MOLL, W. 1976. Composición y dinámica regenerativa de un bosque virgen mixto de Raulí y Coigüe, *Bosque* 1 (2): 55-74.
- CASTILLO, H. 1983. Relaciones de la vegetación con la altitud y exposición en el tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa en la Cordillera de los Andes de Cautín. Tesis Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 103 p.
- COCKBAINE, P.C. 1982. Relaciones de la vegetación con la altitud y exposición en el tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa, en la Cordillera de los Andes de Valdivia. Tesis Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 109 p.
- DEUS, R.P. 1982. Relaciones de la vegetación con la altitud y exposición en el tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa, en la Cordillera de los Andes de Malleco. Tesis Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 106 p.
- DI CASTRI, F.; HAJEK, E. 1976. Bioclimatología de Chile. Universidad Católica de Chile. 128 p.
- DONOSO, C. 1981a. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Documento de trabajo N° 38. Publicaciones FAO-CONAF-Chile. 70 p.
- DONOSO, C. 1981b. Ecología Forestal. El bosque y su medio ambiente. Editorial Universitaria Santiago, Chile. 360 p.
- DONOSO, C. 1983. Modificaciones del paisaje forestal chüeno a lo largo de la historia. In versiones abreviadas. Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno. Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (CIPMA), Vol I: 109-113.
- DONOSO, C.; ESCOBAR, B.; URRUTIA, J. 1985. Estructuras y estrategias regenerativas de un bosque virgen de Ulmo (*Eucryphia cordifolia* Cav.)-Tepa (*Laurelia philippiana* (Phil.) Looser) en Chiloé. *Revista Chilena de Historia Natural*. 58 (2): 171-186.
- DONOSO, C.; GERDING, V.; OLIVARES, B.; REAL, P.; SANDOVAL, V.; SCHLATTER, R.; SCHLEGEL, F. 1984a. Antecedentes para el manejo del bosque nativo de Forestal Arauco (Sector Cordillera de Nahuelbuta). Informe de Convenio N° 74 Serie Técnica Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 183 p.
- DONOSO, C.; GREZ, R.; ESCOBAR, B.; REAL, P. 1984b. Estructura y dinámica de bosques del tipo forestal siempreverde en un sector de Chiloé insular. *Bosque* 5 (2): 82-104.
- FUERZA AREA DE CHILE. 1985. Pluviometría de Chile. Fascículo II Oficio Meteorológica de Chile, Santiago.
- HENRIQUEZ, N.W. 1985. Estrategias regenerativas de *Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus alpina* en el tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa en la Cordillera de los Andes de Valdivia. Tesis Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 91 p.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. 1984. Aims and methods of Vegetation ecology -Wiley and Sons- New York.
- MULLER-USING, B.; SCHLEGEL, F. 1981. The development of seedlings of chilean *Nothofagus* species in a shaded area In *Plant Research and Development* - Vol 13: 52-84.
- OBERDORFER, E. 1960. Pflanzensozioologische Studien in Chile-Ein Vergleich mit Europa -J. Cromer, Weinheim.
- SCHLATTER, J.; GREZ, R.; VALENZUELA, R. 1978. Guía para el reconocimiento de suelos. Publicación Técnica Facultad Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile. 57 p.
- SCHMITHUSEN, F. 1953. Die raumliche Ordnung der chilenischen Vegetation - Bonner Geographische Abhandlungen. N° 17.
- SNEDECOR, G.W. 1964. Métodos estadísticos aplicados a la investigación agrícola y biológica. Ed. Continental, México, 626 p.
- SOKAL, R.; ROHLF, 1969. Biometry. Freeman and Co. New York, 775 p.
- UEBELHOR, H. 1984. Struktur und Dynamik von *Nothofagus*-Urwäldern in den Mittellängen der valdivianischen Anden Chiles, Forstliche Forschungsberichte München. 58 p.

- VEBLEN, T.T.; ASHTON, D.H. 1978. Catastrophic influences on the vegetation of the Valdivian Andes, Chile. *Vegetatio* 36 (3): 149-167 p.
- VEBLEN, T.T.; ASHTON, D.H.; SCHLEGEL, F.M. 1979. Tree regeneration strategies in a lowland *Nothofagus* dominated forest in southcentral Chile. *Journal of Biogeography*. 6:329-340.
- VEBLEN, T.T.; DONOSO, C; SCHLEGEL, F.; ESCOBAR, B. 1981. Forest Dynamics in South Central Chile. *Journal of Biogeography* 8: 211-247 p.
- YUDELEVICH, M.; BROWN, CH.; ELGUETA, H.; CALDERON, S. 1967. Clasificación preliminar del bosque nativo de Chile. Instituto Forestal, Chile, 16 p.

Recibido Diciembre 1985

Los autores

CLAUDIO DONOSO. M. Sc. Ingeniero Forestal, Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile. Casilla 567 - Valdivia - Chile.

RAMIRO DEUS. Ingeniero Forestal.

JUAN CARLOS COCKBAIN. Ingeniero Forestal, CONAF, X Región, provincia de Palena - Chaitén.

HUGO CASTILLO. Ingeniero Forestal, CONAF, X Región, provincia de Palena - Chaitén.