

## ESTUDIO FITOSOCIOLOGICO DE LOS ESTRATOS INFERIORES EN UN BOSQUE DE PINO (VALDIVIA, CHILE) (+)

C. Ramírez G., H. Figueroa S., R. Carrillo L. y D. Contreras F.

### SUMMARY

The cultivated areas of *Pinus radiata*, are constantly increasing. Either unforested lands or, second-growth native forest are displaced. The requirements and autoecology of this species are known, but there is little information concerning the floristic structure and vegetation ecology of the artificial forested ecosystems which the species forms. Thus, a study of the phytosociological structure and the microdistribution of the species in the undergrowth of a pine plantation in the X<sup>th</sup> region in Chile was carried out.

400 vegetation samples were taken in plot of 100 m<sup>2</sup> at a 27 year old forest plantation, "Huape Tres Esteros" which is located 20 km north of Valdivia. The structure of the undergrowth was related to the density of the plantation. The phytosociological table was statistically treated through cluster analyses, principal components analysis and canonical correlations.

55 native and 10 introduced species occurred in the sample. The most important of these were: ***Aristotelia chilensis***, ***Rubus constrictus***, ***Chusquea quila***, ***Boquila trifoliata*** and ***Nertera granadensis***. The undergrowth did not correspond to the original native forest but to second-growth

brush of the *Fuchsio-Chusqueetum quilae* and *Rhaphitamno-Aristotelietum* associations. A negative correlation between number of species, total coverage, abundance of *Aristotelia chilensis* and the density of the pine trees was detected. *Chusquea quila* did not present this relation. Therefore, it is assumed that its distribution depends more on the edaphic humidity. *Rubus constrictus* is more abundant at drier sites. These results are confirmed by the multivariate statistical analysis and are discussed in the text.

### RESUMEN

La superficie chilena cultivada con *Pinus radiata* aumenta constantemente, ocupando terrenos desboscados o desplazando renovales del bosque nativo. Los requerimientos y la autoecología de este árbol son conocidos, pero poco se sabe sobre la estructura florística y vegetacional de los ecosistemas boscosos artificiales que forma. Por lo anterior, se estudia la estructura fitosociológica y la microdistribución de las especies en el sotobosque de un rodal de pino en la Décima Región de Chile.

+ Proyectos RS-82-16 y RS-80-18 financiados por la Dirección de Investigación y Desarrollo, Universidad Austral de Chile.

Se trabajó con 40 censos de vegetación levantados en parcelas de 100 m<sup>2</sup>, en un rodal de 27 años del predio forestal "Huape Tres Esteros", ubicado 20 km al norte de la ciudad de Valdivia. Se relacionó la estructura del sotobosque con la densidad de la plantación. La tabla fitosociológica fue tratada estadísticamente con análisis de conglomerados, de componentes principales y de correlaciones canónicas.

Se encontraron 55 especies nativas y 10 introducidas, siendo **Aristotelia chilensis**, **Rubus constrictus**, **Chusquea quila**, **Boquila trifoliolata** y **Nertera granadensis** las más importantes. El sotobosque no corresponde al del bosque nativo original, sino a matorrales secundarios pertenecientes a las asociaciones **Fuchsio-Chusqueetum quilae** y **Rhaphitamno-Aristotelietum**. Se encontró correlación negativa entre el número de especies, la cobertura total y la abundancia de **Aristotelia chilensis** con la densidad de los pinos. **Chusquea quila** no mostró esta relación por lo que se supone que su distribución depende más de la humedad edáfica. **Rubus constrictus** crecen en lugares más secos. Estos resultados se confirman con los resultados de los análisis estadísticos multivariados y son discutidos ampliamente en el texto.

## INTRODUCCION

Los cambios en el paisaje forestal chileno se incrementaron a partir de 1940, mediante la explotación destructiva de los bosques, la proliferación de incendios masivos y sobre todo con la reforestación de especies exóticas (Donoso, 1983). A fines de 1983 la Corporación Nacional Forestal de Chile (CONAF) alcanza la meta de 1.000.000 de hectáreas reforestadas. Más del 90% de esta reforestación se ha realizado con *Pinus radiata* D. Don, llamado comunmente pino insigne (Rodríguez & Herrera, 1983). La mayoría de estas

plantaciones son aún jóvenes y no sólo han ocupado terrenos baldíos, sino que también a menudo han desplazado renovales del bosque nativo (Cavieres & Lara, 1983).

Se sabe que la introducción masiva de especies forestales exóticas, al mismo tiempo que modifican la productividad primaria del ecosistema alteran también las condiciones del suelo (Boardman, 1978; Squire et al., 1979), especialmente la cantidad y calidad de los nutrientes (Saiz & Zalazar, 1981). Sin embargo, la diversidad ecológica de la fauna del suelo en plantaciones de pino es similar a la registrada en los bosques nativos de la región (Saiz & Di Castri, 1971), aunque la escasa similitud específica y concordancia estructural entre las poblaciones, demuestran que la presión selectiva de la acción antropica sobre la fauna silvestre favorece algunas especies y elimina otras (Henríquez, 1983). Este tipo de situaciones no se han investigado en la flora que forma el sotobosque de las plantaciones de pino, aún cuando se ha demostrado su importancia en los bosques nativos del sur de Chile (Veblen et al., 1979).

Con el presente trabajo se estudia la estructura florística y vegetacional y la microdistribución de las especies en los estratos herbáceos y arbustivos de un bosque adulto de pino en la provincia de Valdivia, Décima Región de los Lagos, Chile, aplicando métodos fitosociológicos y análisis estadísticos multivariados.

## Lugar de trabajo

Se trabajó en el sotobosque de una plantación de *Pinus radiata* D. Don, de 27 años de edad, ubicada 20 km al norte de la ciudad de Valdivia, en el fundo forestal "Huape Tres Esteros" (39°48' lat. S. y 73°14' long. O.), perteneciente a la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Austral de Chile (Fig. 1). Se trata de un bosque maduro que cubre unas 16 hec-

tarefas, con 32 m de altura, 72% de cobertura promedio y una densidad de 733 árboles/hectárea. En este bosque se realizan actualmente investigaciones climáticas que permitirán conocer la ecofisiología de la especie cultivada (Huber & Oyarzún, 1983, 1983a).

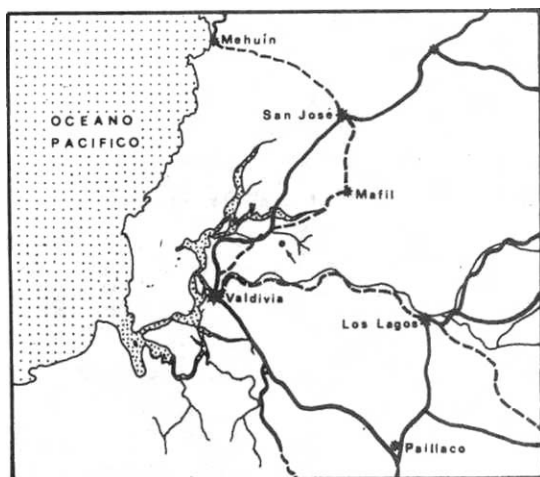


Fig. 1  
Ubicación del lugar de trabajo (punto señalado por flecha) al norte de la ciudad de Valdivia.  
Location of work-site (indicated by an arrow) to the north of the city of Valdivia.

El clima de la región es húmedo templado, con una precipitación anual que bordea los 2.000 mm y un promedio térmico de 12°C. Aunque las lluvias se concentran en invierno no existen meses secos en el lugar y la actividad biológica se extiende a casi todo el año, con excepción de los meses más fríos (Di Castri & Hajek, 1976).

La vegetación primitiva del lugar corresponde a formaciones boscosas. Entre ellas el bosque de roble-laurel-lingue (**Nothofago-Perseetum**) ampliamente distribuido en el valle central de la región valdiviana, el bosque de olivillo (**Lapagerio-Aextoxiconetum**) en las zonas más bajas y abrigadas y bosque de temo-pitra (**Temo-Myrcegenietum exsuccae**) en depresiones pantanosas. Detalle de la estructura fitosociológica de estas comunidades se encuentran en Oberdorfer (1960), Villagrán (1980), Ra-

mírez (1982) y Ramírez et al., (1983).

## METODOLOGIA

Se levantaron 40 censos de vegetación, con una superficie de 100 m<sup>2</sup> cada uno, ubicados en lugares homogéneos de la vegetación arbustiva y tratando de abarcar toda la gama de microhábitats que ofrecía el interior del bosque. La densidad del dosel arbóreo no influyó en la selección de las parcelas. Para inventariar la vegetación se anotó en cada censo, las especies presentes y luego se determinó la cobertura de cada una en porcentaje, mediante apreciación visual directa (Knapp, 1958). Para coberturas bajo 1% se usaron signos "+" y "r" (cruz y erre). El primero cuando había varios individuos y el segundo cuando sólo aparecía uno o dos ejemplares de la especie censada. En cada censo se contabilizó además el número de ejemplares de pino presentes en la parcela y se estimó su cobertura por apreciación visual directa.

Con los 40 censos se preparó una tabla que lleva 65 especies. En ella se calculó primero un valor de importancia relativo para cada especie, según la metodología propuesta por Wikum y Shanholzer (1978), considerando la frecuencia y la cobertura, en conjunto. Con estos valores se procedió a ordenar la tabla en forma decreciente (Cuadro 1). En esta tabla se correlacionó el número de especies presente y la cobertura total por censo, con la densidad de los pinos. Lo mismo se hizo con la cobertura de las 5 especies más importantes. En este caso la densidad de pinos se consideró como una medida indirecta de la luz que puede llegar al sotobosque, aunque también puede indicar el grado de competencia de las raíces de los árboles sobre las hierbas, arbustos y árboles jóvenes (Walter, 1973).

Las formas de vida de las especies del sotobosque se determinaron usando la clave de Ellenberg y Mueller-Dombois

(1966) y con ellas se confeccionó el espectro biológico, en el cual se diferenció entre especies nativas e introducidas. La nomenclatura botánica sigue las floras de Muñoz (1980) y Hoffmann (1982), para las especies nativas y la de Rau & Senghas (1968), para las introducidas.

El ordenamiento fitosociológico de la tabla inicial se realizó aplicando métodos estadísticos multivariados, mediante programas computacionales preparados **ad hoc** (Orloci, 1975; Morrison, 1976). Como estos métodos matemáticos no pueden trabajar con los signos "+" y "r", todos los valores de la tabla se transformaron a la escala ordinal propuesta por Van der Maarel (1979) y cuya concordancia con la de Braun-Blanquet (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974) se muestra en el Cuadro 2. La tabla resultante fue introducida al computador en un archivo de datos y se le aplicó primero un análisis de componentes principales (Orloci, 1966; Coliqueo, 1983), para obtener una ordenación sobre un espacio de dimensiones reducidas, tanto de especies como de censos. Para clasificar los censos se aplicó además, un análisis de conglomerados con técnicas jerárquicas aglomerativas, (Orloci, 1967) usando el coeficiente de correlación como medida de similitud florística. Para la construcción del dendrograma se utilizó el algoritmo del salto minimal (Van der Maarel, 1979; Correa, 1982; Durán, 1983). Con estos métodos se obtuvo una ordenación fitosociológica de la tabla con grupos de censos y de especies. Para visualizar la influencia de estos últimos sobre los primeros se aplicó un análisis de correlaciones canónicas, diseñado para estudiar las posibles asociaciones entre dos o más conjuntos de variables (Coliqueo, 1983). La ventaja de estos métodos estadísticos multivariados es que, en conjunto, entregan una ordenación de censos y de especies, lo cual permite inferir el comporta-

miento ecológico de las últimas, cosa imposible de conseguir con las técnicas fitosociológicas tradicionales (Ramírez & Westermeier, 1976).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el sotobosque se obtuvo un promedio de 16,025 especies diferentes por 100 m<sup>2</sup>, con un mínimo de 6 y un máximo de 23, por censo. El diagrama de la Fig. 2 muestra que la mayoría de los censos presentan entre 16 y 18 especies, aunque hay también una gran dispersión que indica condiciones diferentes, poco homogéneas, lo que confirma que se captó toda la variación poblacional de la vegetación del sotobosque. Se observan alrededor de 5 grupos: uno con bajo número de especies (6, 7), otro entre 10 y 13, el mayor entre 15 y 18, otro entre 19 y 21 especies y un último censo aislado, con 23 especies. Estos grupos se segregaron en análisis posteriores.

Se encontró un total de 65 especies formando la vegetación del sotobosque. Al calcular el valor de importancia, las cinco más importantes fueron: **Aristotelia chilensis** (maqui), **Rubus constrictus** (zarzamora), **Chusquea quila** (quila), **Boquila trifoliata** (pil-pil voqui) y **Nertera granadensis** (chaquirita del monte). El maqui presentó un promedio de 5,21 m de alto, con un máximo de 10 y un tamaño mínimo de 1 m. El tamaño menor se encontró en dos censos con la alta densidad de pinos, lo que sugiere una falta de luz o una fuerte competencia de raíces. En la mayoría de las parcelas su tamaño fue de 4 m. En cuatro censos, con una baja densidad de pinos, alcanzó el tamaño máximo de 10 m (Fig. 3). La zarzamora se presentó como arbusto de pequeño tamaño, sin trepar a los árboles como lo hace en el borde de los bosques nativos. El tamaño promedio alcanzado por ella fue de 1,04 m, con un mínimo de 0,5 y un máximo de 2 m.



La quila figura en censos practicados en el fondo de quebradas con un tamaño promedio de 3,08 m (máximo 4 y mínimo 2 m). En los bordes del bosque la quila actúa como trepadora subiendo junto con el crecimiento de los pinos. Lo mismo sucede en claros abiertos por temporales. El pil-pil voqui se presentó como trepadora que crece entre los arbustos, subiendo en los árboles hasta unos 10 m. La chaquirita del monte es una hierba con características de caméfito que crece en el suelo y sobre troncos derribados. La liana *Cissus striata* (voqui naranjillo) trepa con mucha frecuencia por los troncos de los pinos, superando los 20 m de altura. Además, se encontraron ejemplares de **Laurelia sempervirens** (laurel), **Persea lingue** (lingue) y **Drimys winteri** (canelo) que medían alrededor de 3 m de alto. Los mayores tamaños se presentaron en dos ejemplares de **Nothofagus obliqua** (roble) que midieron 15 y 20 m, respectivamente. Esto confirma que el crecimiento de este árbol nativo es bastante rápido, ya que se trata de individuos coetáneos con la plantación de pinos, originados por semillas.

Cuadro 2: Concordancia de la escala de cobertura-densidad de Braun-Blanquet con la ordinal de Van der Maarel y con los porcentajes de cobertura usados en este trabajo.

Concordance of the Braun-Blanquet coverage-density scale with the Van der Maarel ordinal scale and with the coverage percentages used in the investigation.

Braun-Blanquet	Van der Maarel	% de este Trabajo
-	0	-
r	1	r
+	2	+
1	3	1 - 3
	4	3 - 5
2	5	5 - 12
	6	12 - 25
3	7	25 - 50
4	8	50 - 75
5	9	75 - 100

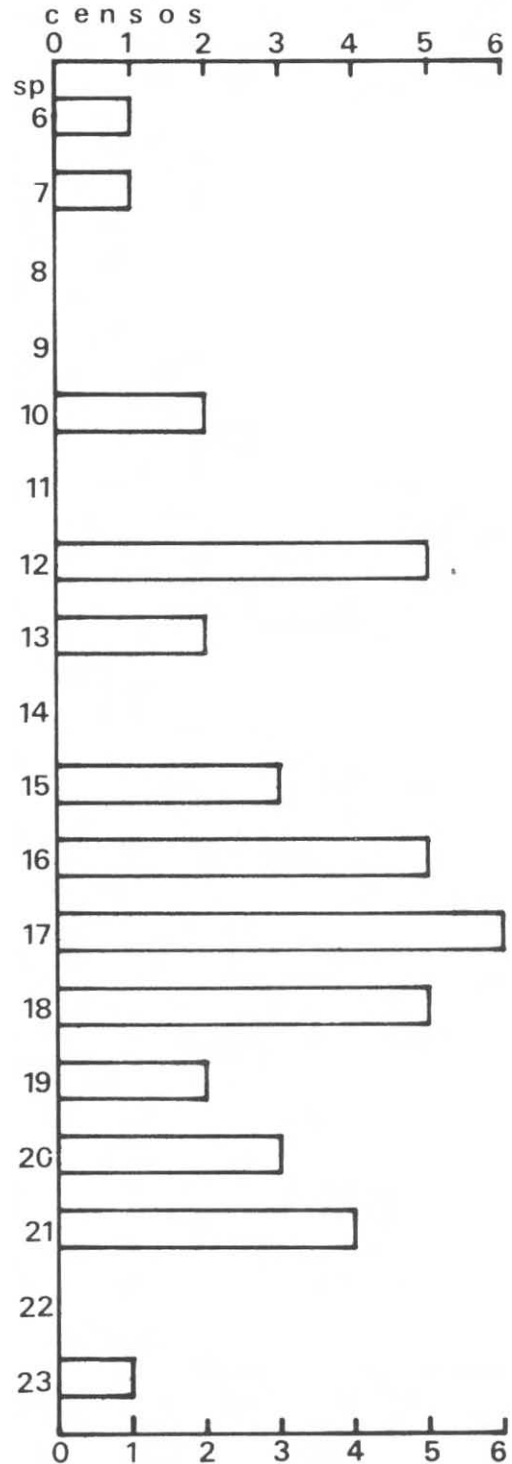


Fig. 2 Histograma de censos ordenados por número de especies presentes en ellos.

Histogram of the samples, ordered according to the number of species found in each sample.

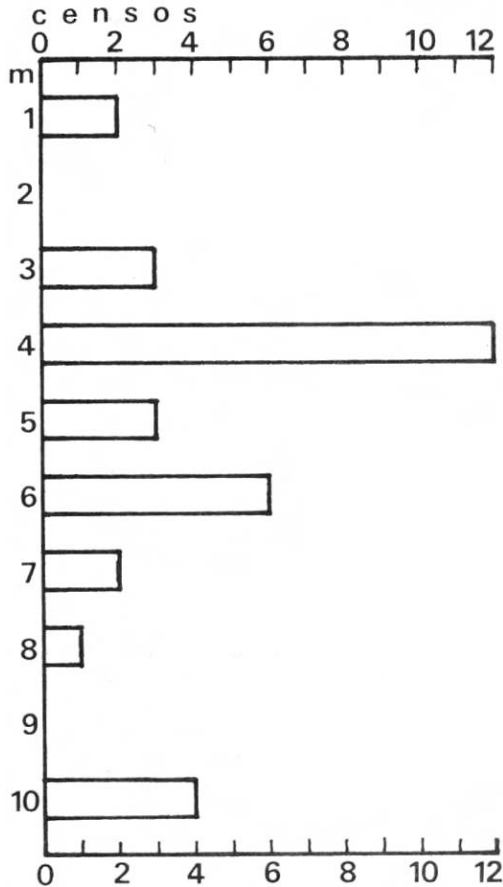


Fig. 3 Histograma del tamaño alcanzado por el maqui en los censos.

Histogram of the size reached by *Aristotelia chilensis* in the samples.

Cuadro 3: Origen fitogeográfico de las especies correspondientes a cada forma de vida.  
Phytogeographical origin of the corresponding life form of each species.

Forma de vida	Nativas	Introducidas	Total
Macrofanerófitos	18	1	19
Nanofanerófitos	15	2	17
Fanerófitos trepadores	5	1	6
Hemicriptófitos	14	4	18
Caméfitos	3	0	3
Terófitos	0	2	2
Total	55	10	65

El espectro biológico del sotobosque está denominado por los fanerófitos que incluyen el 64,6 % de las especies (42 en total). Este grupo presentó también la mayor cobertura. Le siguen en orden de importancia decreciente, los hemicriptófitos con un 27,7 % y 18 especies. Los caméfitos y terófitos sólo alcanzan a 3 y 2 especies, respectivamente (4,6 y 3,1 %). Los criptófitos están ausente (Fig. 4). Este espectro corresponde a un típico clima fanerófito (Cain, 1950). En el grupo de los fanerófitos abundan los macro- y nanofanerófitos. Las trepadoras son escasas ya que sólo aparecen 6 especies en total. La mayoría de las plantas que forman el sotobosque son nativas. De ellas se encontraron 55 especies lo que equivale a un 84,62 %. El resto (10 especies y 15,38 %) corresponden a especies introducidas. A este contingente pertenecen las únicas dos plantas anuales (terófitos) encontradas (Cuadro 3).

La densidad de los pinos influyó en forma directa sobre la cobertura vegetal y el

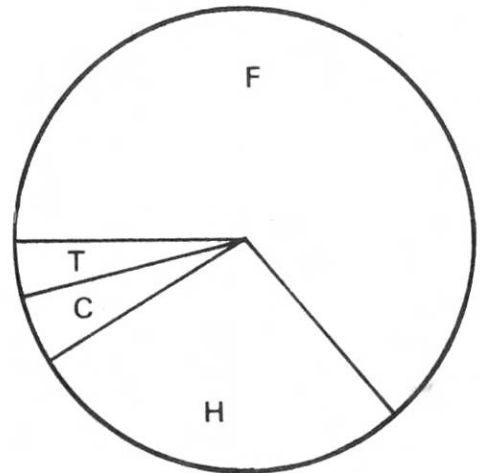


Fig. 4

Espectro biológico del sotobosque. F = fanerófitos, H = hemicriptófitos, C = caméfitos, y T = terófitos.

Biological spectrum of the undergrowth. F = phanerophytes, H = hemicryptophytes, C = chamaephytes and T = therophytes.

número de especies presentes en el sotobosque. En ambos casos el coeficiente de correlación fue negativo con valores de -0.57 y -0.50, respectivamente. Al relacionar las especies más importantes del sotobosque con la densidad de pino se encontró una correlación alta negativa sólo para el maqui, lo que indica que esta especie requiere de luz para desarrollarse en forma óptima, actuando como planta heliófila.

Cuadro 4: Coeficientes de correlación entre la cobertura de las especies más importantes del sotobosque y la densidad de pinos. Correlation coefficients between the coverage of the most important species of the undergrowth and pine density.

Especies	r
Aristotelia chilensis	- 0.51
Nertera granadensis	- 0.24
Rubus constrictus	- 0.11
Chusquea quila	0.05
Boquilla trifoliolata	0.03

El resto de las especies del sotobosque no reaccionan variando su cobertura ante una variación en la densidad de los pinos, como lo demuestra el Cuadro 4. El Cuadro 5 muestra los valores de r al correlacionar la cobertura alcanzada en los 40 censos por las 5 especies más importantes del sotobosque. Se observa que la quila muestra correlaciones negativas con todas las otras especies, siendo el valor más alto el que se presenta al compararla con la zarzamora. Esta última muestra cierta afinidad con el pil-pil voqui. El maqui sólo mostró cierta correlación positiva frente a la chaquirita del monte, la que entonces también tendría requerimientos lumínicos altos. Lo anterior muestra que la quila presentó baja afinidad fitosociológica con las otras especies abundantes en el sotobosque.

La Fig. 5 muestra la distribución de las especies del sotobosque en los tres primeros componentes principales. En la inter-

sección de los dos primeros ejes se ubicaron 61 especies que no mostraron mayor diferenciación con respecto a ellos. Entre estas especies se encuentra el pil-pil voqui que fue la mayor frecuencia en los censos.

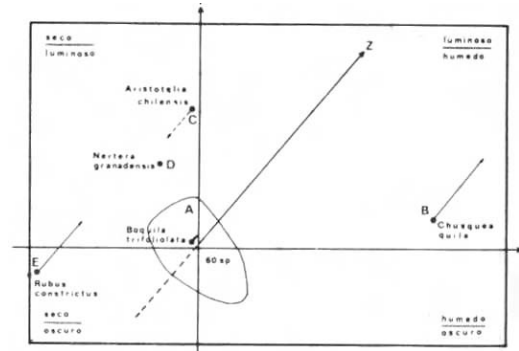


Fig. 5: Distribución de las especies del sotobosque en los tres primeros componentes principales. La figura en la intersección de los ejes contiene 61 especies.

Distribution of the undergrowth species in the first three principal components. The figure in the intersection of the axes contains 61 species.

Cuadro 5: Coeficientes de correlación entre las coberturas de las especies vegetales más importantes del sotobosque.

Correlation coefficients among the coverage of the most important species of the undergrowth.

	Aristotelia chilensis	Rubus constrictus	Boquilla trifoliolata	Nertera granadensis
Chusquea quila	- 0.24	- 0.62	- 0.39	- 0.22
Aristotelia chilensis		- 0.12	0.29	0.46
Rubus constrictus			0.50	0.35
Boquilla trifoliolata				0.32

Este grupo no sirve para buscar una explicación a los componentes. Las cuatro especies restantes mostraron una mayor y clara diferenciación espacial. Considerando sólo los dos primeros ejes, en el cua-



drante superior derecho se ubicó la quila, separándose marcadamente de las otras, por el eje horizontal. En el cuadrante superior contiguo encontramos, relativamente próximas entre sí, al maqui y la chaquirita del monte. Por último, la zarzamora se ubica en el cuadrante inferior izquierdo. El tercer componente separa a la zarzamora y la quila, que son desplazados hacia atrás, del maqui que se mueve hacia adelante. La chaquirita del monte no reaccionó ante este eje permaneciendo en el plano. La separación descrita indica requerimientos ecológicos diferentes en estas especies. Si recordamos que el maqui reaccionó negativamente ante la densidad de pinos, comportándose como especie heliófila, podemos asignar al eje vertical el valor de un gradiente ecológico de luminosidad, el que aumentaría de abajo hacia arriba. Esto se ve confirmado por la vecindad de la chaquirita del monte, caracterizada como especie fotófila por Steubing et al., (1979). Como la quila y la zarzamora aparecen ocupando extremos opuestos del eje horizontal, creemos que él corresponde a un gradiente de humedad en el suelo, que aumentaría de izquierda a derecha, en el diagrama. De este modo tendríamos que los cuadrantes pueden caracterizarse como luminosos los dos superiores y oscuros los inferiores, a la vez que los del lado izquierdo serían secos y los del lado opuesto, húmedos. El tercer eje (z) podría asimilarse a un gradiente de temperatura que aumentaría hacia adelante del plano. Esto explica porque la quila prefiere lugares de quebradas profundas, que deben ser más fríos. El maqui que crece en lugares soleados donde hay más luz y por ende más temperados, se dirige hacia adelante. Al parecer en el sotobosque de esta plantación de pinos es más importante la luz y la humedad, ocupando la temperatura un tercer lugar. Esto concuerda por un lado con el efecto del filtro del follaje que atenúa las diferencias térmicas

(Wilmanns, 1973) y por otro, con la alta evapotranspiración en el bosque (Oppenheimer, 1968) que altera la humedad del suelo, como ha sido comprobado por Arntz et al., (1969). En bosques aciculifolios europeos se ha visto que la competencia por agua y nutrientes especialmente nitrógeno y fósforo, afecta a los estratos inferiores (Walter, 1973).

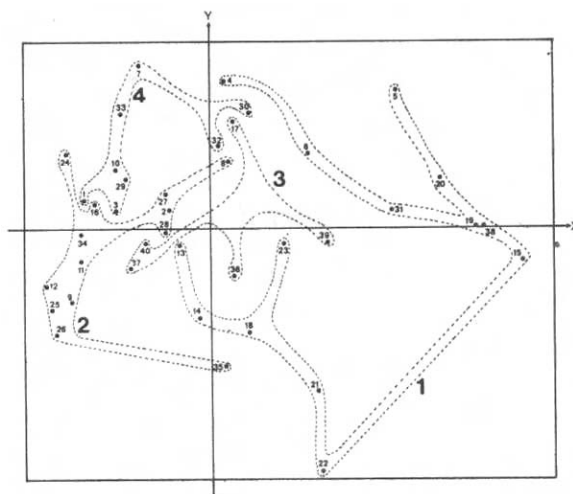


Fig. 6

Distribución de los 40 censos en los dos primeros componentes principales. Las líneas cortadas unen los grupos resultantes del análisis de conglomerados graficados en la Fig. 7.

Distribution of the 40 samples for the first two principal components. The dotted lines link the groups product of the cluster analysis graphed in Fig. 7.

La Fig. 6 muestra la distribución de los 40 censos levantados en el sotobosque, en los dos primeros componentes principales. Se observa en ellos una gran dispersión, siendo difícil establecer grupos separados y homogéneos. La única excepción la constituyen los censos 6, 5, 31, 20, 19, 38 y 15 que están separados del resto y se caracterizan por la presencia de la quila y por un bajo número de especies. Las líneas cortadas unen los censos que separó el análisis de conglomerados cuyo resultado se muestra en el dendrograma de la Fig. 7. Se observa que los grupos separados por las líneas interrumpidas se mez-

clan entre sí, sin que sea posible realizar una buena separación. En el dendrograma también se aprecia ésto en los distintos niveles de unión de los grupos.

El Cuadro 6 muestra la tabla fitosociológica final y ordenada con 4 grupos de censos y 5 de especies obtenidas mediante las técnicas de ordenación y clasificación descritas. Esta tabla reemplaza a aquellas preparadas manualmente por los métodos tradicionales (Ramírez & Westermeier, 1976). Los grupos unitarios corresponden a las especies diferenciales. El grupo de censos N° 1 se ubica en lugares de mayor humedad edáfica. Está caracterizado por la baja presencia de pil-pil voqui y de zarzamora, indicadoras de sequía edáfica y por la abundancia de especies indicadoras de humedad en el suelo. Se observan además, dos subgrupos muy claros, uno donde domina la quila (censos 23, 19, 15, 20, 38, 5, 13 y 6) y otro donde esta especie es reemplazada por canelo, **Lobelia tupa** (tabaco del diablo), **Lapageria rosea** (copihue) y **Rhaphithamnus spinosus** (espino negro) (censos 14, 13, 22 y 21). La comunidad donde domina la quila es asimilable a la asociación **Fuchsio-Chusqueetum** quilae recién descrita por Hildebrand (1983). El segundo grupo de censos está caracterizado por la abundancia de zarzamora, indicadora de sequía edáfica. También abunda aquí **Rosa eglantheria** (mosqueta), abundante en la región Central de Chile, donde dominan condiciones de mayor sequedad con un clima mediterráneo. El tercer grupo corresponde a lugares más sombríos y secos, donde disminuye la abundancia de la zarzamora y casi desaparece la chaquirita del monte. En cambio abundan el copihue, lingue y pil-pil voqui. Este grupo presenta además, un bajo número de especies. El cuarto grupo de censos se presenta en lugares de mucha luz y por lo tanto, con baja densidad de pinos, caracterizándose por la gran abundancia de maqui, chaquirita del monte y zarzamora.

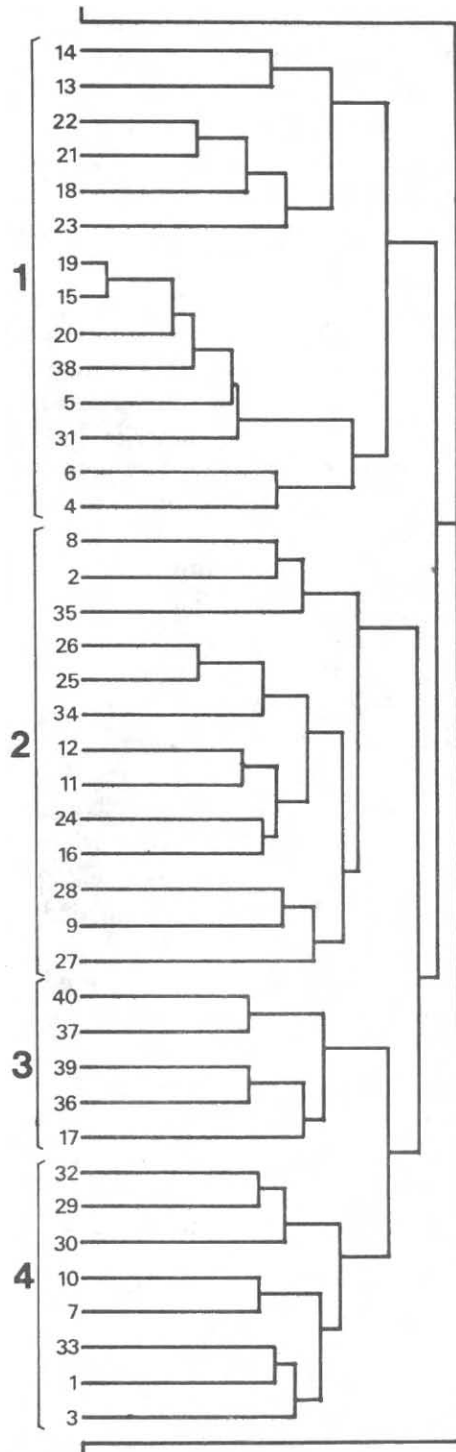


Fig. 7 Dendrograma de similitud florística entre los 40 censos del sotobosque.

Dendrogram of the floristic similarity among the 40 samples of the undergrowth.



Todas las asociaciones arbustivas han sido incluidas en la Alianza sintaxonómica **Berberidion buxifoliae** y en el orden **Aristotelietalia chilensis** (sin. **Berberidietalia austroamericanae**) que engloban a todos los setos y matorrales del sur de Chile (Oberdorfer, 1960; Hildebrand, 1983). Aquí falta el copihue que es especie de sombra (Steubing et al., 1979). Con excepción de los censos donde domina la quila, todos los otros corresponden a la asociación **Rhaphithamno-Aristotelietum**, llamada comunmente matorral de maqui y que fuera descrita por Oberdorfer (1960). Este **Rhaphithamno-Aristotelietum** o macal se forma en las montañas entre 200 y 500 m de altitud en reemplazo del bosque de coihue-ulmo (**Dombeyo-Eucryphietum**) cuando se destruye la vegetación arbórea y se retira la acción antrópica (Moraga, 1983; Ramírez et al., 1983a). Sin embargo, en lugar del primitivo bosque de Roble-Laurel-Lingue se forma una comunidad diferente, el **Alstroemerio-Aristotelietum** (Oberdorfer, 1960), llamado comunmente "murrall" y que está caracterizado por la presencia de **Alstroemeria aurantiaca** (amancay) y **Muhlenbeckia hastulata** (voqui quilo o mollaca), los cuales no se presentan en el sotobosque estudiado. Seguramente este cambio de comunidad se deba al ya citado efecto de filtro climático del dosel arbóreo, que suaviza la temperatura, evitando heladas y posibilitando con esto el mayor desarrollo del espino negro, que no prospera en los murrals.

Las principales especies de estos sintaxa son el maqui y la zarzamora. El primero es un arbusto nativo que prospera entre Coquimbo y Chiloé, prefiriendo suelos orgánicos y biótotos húmedos (Ramírez, 1971). Tiene una gran capacidad reproductora y se regenera fácilmente después del fuego, gracias a la presencia de yemas en la parte basal del vástago. La zarzamora es una maleza introducida desde Europa,

Cuadro 7: Tabla de frecuencia relativa de las especies en los grupos de censos. Valores de frecuencia: 1 = 0 - 20, 2 = 21 - 40, 3 = 41 - 60, 4 = 61 - 80 y 5 = 81 - 100 %.

Relative frequency table of the species in the sample groups. Frequency values: 1 = 0 - 20, 2 = 21 - 40.3 = 41 - 60.4 = 61 - 80 and 5 = 81 - 100 %.

Grupos de	Especies / Censos	1	2	3	4
Rubus constrictus	E	4	5	4	5
Nertera granadensis	D	4	5	1	5
Aristotelia chilensis	C	5	5	5	5
Chusquea quila	B	4	2	1	2
Boquila trifoliolata	A	5	5	4	5
Cissus striata		4	5	5	5
Blechnum hastatum		5	4	5	4
Uncinia phleoides		4	5	3	5
Drimys winteri		5	4	2	5
Libertia ixioides		3	4	5	2
Rosa eglanteria		2	4	2	5
Laurelia sempervirens		3	4	5	1
Baccharis racemosa		1	4	3	4
Podocarpus salignus		3	3	3	3
Luma apiculata		2	2	3	4
Greigia sphacelata		2	4	1	3
Rhaphithamnus spinosus		4	3	1	2
Ugni molinae		3	1	4	2
Temu divaricatum		2	1	2	4
Maytenus boaria		1	1	1	4
Embothrium coccineum		1	1	1	1
Relbunium hypocarpium		1	4		2
Agrostis castellana		1	2		2
Berberia darwinii		1	2		1
Solanum gayanum		2	1		1
Digitalis purpurea		1	1		1
Lapageria rosea		3	1	4	
Persea lingue		2	1	4	
Senecio yegua		2	2	1	
Ribes punctatum		2		1	1
Nothofagus obliqua		1		1	1
Lobelia tupa		3		2	
Sanicula chilensis		3		1	
Myrceugenia parvifolia		1		2	
Lomatia hirsuta		1		1	
Hydrocotyle poeppigii		1		1	
Myrceugenia exsucca			1	3	
Ovidia pillo pillo			1	1	
Blechnum chilense			1	1	
Hypochoeris radicata			1	1	
Myrceugenia planipes		1	2		
Laurelia philippiana			1	1	
Baccharis elaeoides		1	1		
Lotus uliginosus		1	1		
Luzuriaga radicans		1	1		
Eucryphia cordifolia				1	1
Acaena ovalifolia					2
Acacia dealbata					2
Carex fuscata					1
Ranunculus repens					1
Amomyrtus molii			2		
Azara integrifolia			1		
Geranium berteronianum			1		
Aextoxicon punctatum			1		
Dichondra repens			1		
Cirsium lanceolatum				1	
Asplenium dareoides				1	
Baccharis concava				1	
Myrceugenia gayana		1			
Solanum cyrtipodium		1			
Rhamnus diffusus		1			
Tellina montpensulana		1			
Lophosoria quadripinnata		1			
Lomatia dentata		1			
Gevuina avellana		1			

que se extiende rápidamente, invadiendo tierras cultivables ante un sistema de agricultura extensiva. Tiene una alta capacidad de dispersión y de reproducción tanto vegetativa, como también por semillas (Ramírez, 1973). Aunque estas dos especies crecen mejor en suelos húmedos, pueden competir con éxito en lugares secos, gracias a que su comportamiento ecológico es muy diferente del fisiológico (Ramírez, 1975). El maqui y la zarzamora son tropófitos facultativos que aportan materia orgánica al suelo (Ramírez, 1975). Esto es importante porque al comparar los nutrientes en la hojarasca del bosque nativo con los de una plantación de pinos, se comprobó una disminución en esta última, acompañada de un descenso en el pH (Alcoser, 1981). Por ello este sotobosque debe tener un efecto positivo sobre el suelo, aumentando la materia orgánica y los nutrientes en los horizontes superiores (Tappeiner & Alm, 1975).

El Cuadro 7 resume la tabla fitosociológica ordenada, mediante la frecuencia que en cierto modo equivale al grado de fidelidad, determinado por los métodos tradicionales. Esta frecuencia se refiere a la presencia de la especie en los grupos de censos. De las 5 especies más importantes, sólo el maqui presenta alta frecuencia en todos los grupos de censos. Valores algo menores tienen la zarzamora y el pil-pil voqui. La chaquirita del monte acusa baja frecuencia en el tercer grupo de censos. Por el contrario, la quila sólo es importante en el primer grupo. En la parte inferior de esta tabla de frecuencia se ordenan aquellas especies que faltan en algún grupo de censo o que están presente en sólo algunos.

La Fig. 8 entrega los resultados del análisis de correlaciones canónicas demostrando gráficamente la influencia (o proximidad) de los grupos de especies sobre los de censos. El pil-pil voqui y las 61 especies del grupo A, más el maqui y la zarzamora

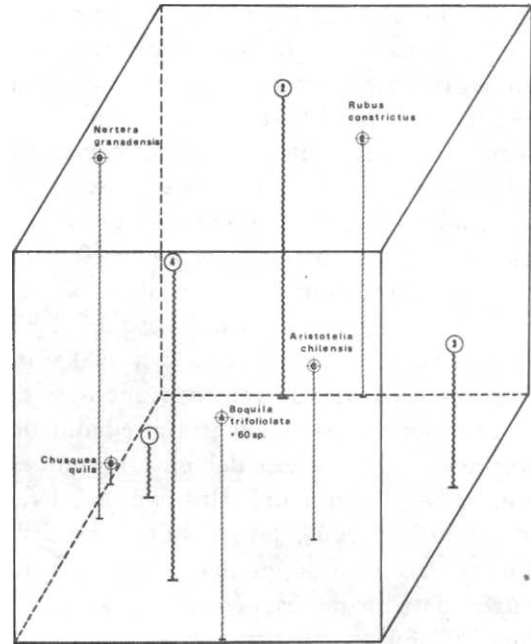


Fig. 8  
Distribución espacial de los grupos de censos (números) y de especies (letras) resultante del análisis de correlaciones canónicas.  
Spatial distribution of the sample groups (numbers) and the species (letters) resulting from canonical analysis.

se encuentran en una posición intermedia, contribuyendo a la formación de todos los grupos. Por el contrario la quila y la chaquirita del monte se sitúan en un lado contribuyendo el primero a la formación del grupo de censos N° 1 y el segundo, a los grupos N° 1 y 2. Pero ambas especies están muy alejadas del tercer grupo de censos y no influyen en él, como lo demuestra también su baja frecuencia. Este análisis es muy importante cuando se trata de diferenciar subunidades dentro de comunidades tan homogéneas, como lo es el sotobosque estudiado.

Es curioso que el sotobosque de la plantación de pinos corresponda a los matorrales secundarios que se forman cuando se destruyen los bosques nativos y se retira la acción antrópica (Ramírez et al., 1983a). Pareciera que el dosel arbóreo for-

mado por el forestal exótico no existiera, ya que estos matorrales aparecen también en lugares sin cubierta arbórea. La única explicación posible para este fenómeno sería la sequía edáfica inducida por la especie arbórea cultivada. En el bosque investigado, el agua interceptada por las copas y troncos corresponde a un 10,3% de la precipitación a campo abierto. Del agua que llega al suelo del bosque, el 87% lo hace en forma directa y el 13% restante, escurriendo por los troncos. Esta última porción se concentra alrededor de los fustes. La corteza del pino insigne es rugosa y presenta una alta capacidad de absorción de agua, por lo que el escurrimiento fustal tarda en manifestarse y sólo puede detectarse después que se han superado 6 mm de precipitación (Huber & Oyarzún, 1983). En mediciones realizadas en el lugar de trabajo en los años 1982 y 1983 se comprobó que en la época de primavera y verano las reservas de agua del suelo del bosque disminuyeron apreciablemente. Esta disminución se constata ya a 1 m de profundidad y se acentúa a 1,5 (Huber, A. comunicación personal). Además, se ha constatado también una clara fluctuación de ella, en espacios pequeños, motivada por la diferencia en la distribución de las raíces de los árboles (Arntz et al., 1979).

Aunque la mayoría de las especies encontradas en el lugar de trabajo están presentes en el sotobosque de los bosques nativos, la dominancia de ellas es totalmente diferente como por ejemplo la presencia y abundancia de la zarzamora, que no penetra en comunidades boscosas nativa.

Además, como ya se dijera en el sotobosque de la plantación de pino se ve favorecida la especie nativa, espino negro. La ausencia de quila en muchos sectores del bosque se debe más que nada a la escasez de agua en el suelo que a una falta de luz. Quizás por esta misma razón ella no pros-

dedor de un 11% de la radiación total llegue al suelo en los meses de verano (Huber & Oyarzún, 1983b). En la misma zona, en un bosque de pino maduro y con un 100% de cobertura, el sotobosque desaparece como estrato, encontrándose ejemplares aislados de **Amomyrtus luma** (luma), maqui, zarzamora, **Luma apiculata** (arrayán), **Eucryphia cordifolia** (ulmo), laurel y quila, entre otros y cuya cobertura en conjunto no alcanza al 1%. Lo mismo se observa en las plantaciones de la zona central donde el sotobosque está formado por ejemplares de árboles nativos esclerófilos y por pastos en el estrato herbáceo. Estos presentan alta cobertura en los jóvenes, pero disminuyen drásticamente su importancia en los adultos (Saiz & Salazar, 1981). La vegetación del sotobosque en estas plantaciones de la zona central suele servir de refugio a roedores que causan daño a los árboles (Rodríguez & Herrera, 1983).

Al parecer este tipo de sotobosque estudiado en la región valdiviana también es típico de plantaciones de pinos en otras latitudes, ya que en un bosque de **Pinus silvestris**, Eber (1972) describe una vegetación arbustiva dominada por **Rubus caesius** y **R. ideaus**, **Lonicera xylosteum** y **Fragaria vesca**, encontrándose además, una muy buena relación entre la distribución de ellas y la luz que atraviesa el dosel arbóreo, el que en este caso cubre menos del 70%, con un promedio de 9 a 11 pinos por 100 m<sup>2</sup>.

Una marcada diferencia entre el bosque nativo y las plantaciones de pino, es la ausencia casi absoluta de sinusias epifíticas dependientes, en los segundos, las que sin embargo caracterizan a muchas formaciones boscosas valdivianas (Ramírez et al., 1976; Riveros & Ramírez, 1978). Además se observa una fuerte disminución en especies higrófilas, como musgos y especialmente helechos (Godoy et al., 1981).

pera en el interior de los bosques nativos, con excepción de claros y quebradas (Veblen et al., 1979). Hildebrand (1983) también recalca la preferencia de la quila por suelos húmedos. El cociente de clorofila a/b en esta especie es alto, lo que confirma un bajo requerimiento lumínico (Steubing et al., 1979). Estos mismos autores sugieren que la quila puede crecer en lugares sombríos, siendo desplazada de ellos por competencia. Habría que agregar aquí como factor importante en la distribución de esta especie, la disponibilidad hídrica del suelo.

El bosque estudiado es una excepción en la región ya que su dosel arbóreo sólo cubre un 70%, lo cual permite que alre-

### CONCLUSIONES

De los resultados expuestos se desprenden las siguientes conclusiones:

1. La riqueza florística y la cobertura vegetal del sotobosque en una plantación

de pinos está relacionada con la densidad de los árboles.

2. La estructura fitosociológica del sotobosque en la plantación estudiada corresponde a matorrales secundarios de las asociaciones **Rhaphithamno-Aristotelieta** y **Fuchsio-Chusqueeta**.
3. Como factores importantes en la distribución de las especies del sotobosque se presentaron la humedad y la luz, ocupando la temperatura un tercer lugar. Estos factores deben actuar modificando la capacidad competitiva de las especies.
4. La microdistribución de **Aristotelia chilensis** en el sotobosque de la plantación de pinos estudiada depende directamente de la densidad de los árboles.
5. La microdistribución de **Chusquea quila** depende más de la humedad del suelo que de la luz, en el bosque investigado.
6. **Rubus constrictus** prospera en los lugares más secos.

### REFERENCIAS

- ALCOSER, M. 1981: Características morfológicas y nutritivas del piso orgánico en *Pinus radiata* D. Don y bosque nativo secundario, Valdivia. Tesis, Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 71 pág. (Mimeografiada).
- ARNTZ, J.; R. DELMASTRO & J. SCHLATTER. 1969: Influencia de un rodal de *Pinus radiata* D. Don sobre algunos factores ecológicos en comparación a campo abierto. Tesis, Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 209 pág. (Mimeografiada).
- BOARDMAN, R. 1978: Productivity under successive rotations of radiata pine. *Aust. For.* 41 (3): 117-179.
- CAIN, S. 1950: Life forms and phytoclimate. *The Botanical Review* 16 (1): 1-32.
- CAVIERES, A. & A. LARA. 1983: La destrucción del bosque nativo para efectuar plantaciones de pino insigne, en la cuenca del río Cañicura, Prov. de Bío Bío, VIII Región. Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno, Versiones Abreviadas 1: 95-99.
- COLIQUEO, G. 1983: Aplicación de métodos estadísticos multivariados en la clasificación de la vegetación patense de Cordillera Pelada (Valdivia, Chile). Tesis, Escuela de Estadística, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 136 pág. (Mimeografiada).
- CORREA, M. A. 1982: Estudio de la variación morfológica y poblacional del ñirre (*Nothofagus antarctica* (Forst.) Oerst) en biótopos extremos de la región valdiviana. Tesis, Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 177 pág. (Mimeografiada).
- DI CASTRI, F. & E. HAJEK. 1976: Bioclimatología de Chile. Edic. Universidad Católica de Chile, Santiago. 128 pág.
- DONOSO, C. 1983: Modificaciones del paisaje forestal chileno a lo largo de la historia. Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno, Versiones Abreviadas 1: 109-113.

- DURAN, A. 1983: Técnicas multivariadas aplicadas al estudio de la vegetación en dunas de Hueicolla (Valdivia, Chile). Tesis, Escuela de Estadística, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 98 pág. (Mimeografiada).
- EBER, W. 1972: Über das Lichtklima von Wäldern bei Göttingen und seinem Einfluss auf die Bodenvegetation. *Scripta Geobotanica* 3: 1-150.
- ELLENBERG, H. & MUELLER-DOMBOIS, D. 1966: A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. *Ber. Geob. Inst. ETH. Stiftung Rubel, Zürich* 37:56-73.
- GODOY, R.; C. RAMIREZ; H. FIGUEROA & E. HAUENSTEIN. 1981. Estudios ecosociológicos en Pteridófitos de comunidades boscosas valdivianas, Chile. *Bosque* 4 (1): 12-24.
- HENRIQUEZ, V. 1983: Ambientes artificiales como factor selectivo de especies silvestres. Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno, Versiones Abreviadas 1: 90-94.
- HILDEBRAND, R. 1983: Die Vegetation der Tieflandgebüsche des südchilenischen Lobeerwaldgebietes unter besonderer Berücksichtigung der Neophytenproblematik. *Phytocoenologia* 11 (2): 145-223.
- HOFFMANN, A. 1982: Flora Silvestre de Chile - Zona Central. Edic. Fundación Claudio Gay, Santiago. 258 pág.
- HUBER, A. & C. OYARZUN. 1983: Producción de hojarasca y sus relaciones con factores meteorológicos en un bosque de *Pinus radiata* D. Don. *Bosque*. 5 (1): 1-11.
- HUBER, A. & C. OYARZUN. 1983a: Precipitación neta e intercepción en un bosque adulto de *Pinus radiata* D. Don. *Bosque* 5(1): 13-20.
- HUBER, A. & C. OYARZUN. 1983b: Distribución espacial y temporal de la radiación solar en un bosque de *Pinus radiata*. *Arch. Biol. Med. Exp.* 16 (2): 161.
- KNAPP, R. 1958: Einführung in die Pflanzensoziologie. 1. Arbeitsmethoden der Pflanzensoziologie und Eigenschaften der Pflanzengesellschaften. E. Ulmer Verlag, Stuttgart. 112 pág.
- MORAGA, M. 1983: Estudios florísticos y edáficos comparativos entre asociaciones vegetales nativas y secundarias en Valdivia, Chile. Tesis, Escuela de Graduados, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 149 pág.
- MORRISON, D. F. 1976: Multivariate statistical methods. Mc Graw-Hill Company, New York. 415 Pág.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG. 1974. Aims and Methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York. 547 pág.
- MUÑOZ, M. 1980: Flora del Parque Nacional Puyehue. Editorial Universitaria, Santiago, 557 pág.
- OBERDORFER, E. 1960: Pflanzensoziologische Studien in Chile - Ein Vergleich mit Europa. *Flora et Vegetatio Mundi* 2: 1-208.
- OPPENHEIMER, H. R. 1968: Drought resistance of Monterrey pine needles. *Israel Journal of Botany* 17: 163-168.
- ORLOCI, L. 1966: Data centering: A review and evaluation with reference to component analysis. *Syst. Zool.* 16: 208-212.
- ORLOCI, L. 1967: An agglomerative method for classification of plant communities. *Journal of Ecology* 55: 193-205.
- ORLOCI, L. 1975: Multivariate analysis in vegetation research. Dr. W. Junk bv. Publishers, The Hague. 276 pág.
- RAMIREZ, C. 1971: Experimentelle Untersuchungen über gegenseitige Beeinflussungen, Keimung und Provenienzen von Pflanzenarten südchilenischer Rasen und Gebüsche. Dissertation, Universität Justus Liebig, Giessen, Alemania Federal. 249 pág. (Mimeografiada).
- RAMIREZ, C. 1973: Germinación, crecimiento juvenil y relaciones de competencia de *Rubus constrictus* Lef. et M. y *Ulex europaeus* L. *Rev. Agric. Téc.* 33 (2): 90-93.
- RAMIREZ, C. 1975: Desarrollo de malezas leñosas sobre suelos de origen volcánico en cultivos puros y mixtos con gramíneas. *Agro Sur* 3 (1): 32-47.
- RAMIREZ, C. 1982: Pasado, presente y futuro: La vegetación nativa del Sur de Chile. *Creces* 3 (6/7): 40-45.
- RAMIREZ, C. & R. WESTERMEIER. 1976: Estudio de la vegetación espontánea del Jardín Botánico de la Universidad Austral de Chile (Valdivia) como ejemplo de tabulación fitosociológica. *Agro Sur* 4 (2): 93-105.
- RAMIREZ, C.; F. FERRIERE & H. FIGUEROA. 1983: Estudio fitosociológico de los bosques panta-



- nosos templados del sur de Chile. *Rev. Chilena de Historia Natural* 56 (1): 57-72.
- RAMIREZ, C.; M. MORAGA & H. FIGUEROA. 1983: Cambios antrópicos florísticos y edáficos del secano costero húmedo en Valdivia, Chile. Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno. Versiones Abreviadas 1: 11-15.
- RAMIREZ, C.; L. STEUBING & M. ALBERDI. 1976: La familia Hymenophyllaceae (Pteridophyta) en el fundo San Martín, Valdivia-Chile. I, Taxonomía y Ecología. *Medio Ambiente* 2 (1): 21-28.
- RAU, W. & K. SENGHAS. 1968: *Schmeil-Fitschen-Flora von Deutschland*. Edic. 81., Quelle & Meyer, Heidelberg. 516 pág.
- RIVEROS, M. & C. RAMIREZ. 1978: Fitocenosis epífitas de la asociación Lapagerio-Aextoxicone-tum en el Fundo San Martín (Valdivia-Chile). *Acta Científica Venezolana* 29 (3): 163-169.
- RODRIGUEZ, J. & L. HERRERA. 1983: Impacto de roedores nativos en plantaciones de pino insign-ne (*Pinus radiata* D. Don). Primer Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno, Ver-siones Abreviadas 1: 123-127.
- SAIZ, F. & F. DI CASTRI, 1971: La fauna de terrenos naturales e intervenidos en la región Valdivia-na. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. de Chile*. 32: 5-16.
- SAIZ, F. & A. SALAZAR. 1981: Efecto selectivo de las plantaciones de *Pinus radiata* sobre la ento-mofauna de biomas nativos: I. coleópteros epígeos. *An. Mus. Hist. Nat. de Valparaíso* 14: 155-173.
- SQUIRE, R. O.; D. W. FLINN & P. W. FARREL. 1979. Productivity of first and second rotation stands of radiata pine on sandy soils. I. Site factors affecting early growth. *Aust. For.* 42 (4): 226-235.
- STEUBING, L.; C. RAMIREZ & M. ALBERDI. 1979: Artenzusammensetzung, Lichtgenuss und Energiegehalt der Krautschicht des Valdivianischen Regenwaldes bei St. Martin. *Vegetatio* 39 (1): 25-33.
- TAPPEINER, J. C. & A. A. ALM. 1975: Undergrowth vegetation effects on the nutrient content of litterfall and soils in red pine and Birch stands in Northern Minnesota. *Ecology* 56 (5): 1193-1200.
- VAN DER MAAREL, E. 1979: Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39 (2): 97-114.
- VEBLEN, T.; A. VEBLEN & F. SCHLEGEL. 1979: Understorey patterns in mixed evergreen-deci-duous *Nothofagus* forest in Chile. *Jour. of Ecology* 67: 809-823.
- VILLAGRAN, C. 1980: Vegetationsgeschichtliche und Pflanzensoziologische Untersuchungen in Vicente Pérez Rosales Nationalpark (Chile). *Dissertationes Botanicae* 54: 1-165.
- WALTER, H. 1964: Die Vegetation der Erde in ökophysiologischer Betrachtung. I. Die-tropischen und subtropischen Zonen. G. Fischer Verlag, Jena. 592 pág.
- WIKUM, D. & G. F. SCHANHOLTZER. 1978: Application of the Braun-Blanquet coverabundance scale for Vegetation analysis in land development studies. *Environmental Management* 2 (4): 323-329.
- WILMANN, O. 1973: *Oekologische Pflanzensoziologie*. Quelle & Meyer, UTB 269, Heidelberg. 288 pág.

#### Los autores

Carlos Ramírez G.: Dr. rer. nat., Profesor del Instituto de Botánica, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

Heriberto Figueroa S.: Master en Estadística, Profesor del Instituto de Estadística, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

Rubén Carrillo L.: Cand. Magistratura de Ciencias, Instituto de Botánica, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

Domingo Contreras F.: Cand. Magistratura en Ciencias, Instituto de Botánica, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.