

Sinecología de los bosques de boldo (*Peumus boldus*) de la cuenca del Río Bueno, Chile

Synecology of the Boldo (*Peumus boldus*) forest in the Río Bueno basin, Chile

C.D.O.: 182.3

CARLOS RAMIREZ, SERGIO LABBE,
CRISTINA SAN MARTIN, HERIBERTO FIGUEROA

Instituto de Botánica e Instituto de Estadística, Universidad
Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile

SUMMARY

The sclerophyllous Boldo forest, in the Río Bueno basin (Province of Valdivia, Chile), was studied. Its presence in a zone characterized by temperate deciduous forest is due to a more xerical microclimate which is produced by the effect of the rain-shadow caused by the Coastal mountain range which at this point, reaches a height of 1,000 m.

The study was done considering a vegetation table of 40 samples and 124 species. The samples were taken using the phytosociological methods from plots larger than the minimal area. On the table, frequency, number and coverage of the species were analyzed. Next, species were classified according to value of importance. Species were also classified according to their life forms and to their sociability with the dominant tree. Then, to order the samples and the species phytosociological and statistical analysis were done.

The low degree of homogeneity of the vegetation table confirmed the great floristic variability among the samples analyzed. These samples correspond to stands with different degrees of degradation caused by anthropogenic action. Human intervention is also responsible for the importance reached by the lianens and aloctone shrubby weeds. Phanerophytes and hemipterophytes dominated the biological spectrum. This is an indication of the high degree of alteration in the stands. The plantsociological analysis indicated the scheme of a dynamic degradation of the forest, which is replaced by shrubs and anthropogenic prairies. The principal component analysis determined that light and humidity were the main factors in determining the distribution of the species in the stands under study. This Boldo forest was classified in the syntaxonomic scheme of the Chilean vegetation. Finally, the need of enforcing measures that will help to preserve some of the stands is presented.

RESUMEN

Se estudió el bosque esclerófilo de boldo de la cuenca del Río Bueno, en la provincia de Valdivia, Chile. La presencia de esos rodales en una zona de bosque caducifolio templado se debe a un microclima más xérico, causado por el efecto de sombra de lluvia, que provoca la cordillera costera que alcanza allí hasta 1.000 m.

El estudio se realizó teniendo como base una tabla de vegetación formada por 40 censos y 124 especies. Los censos de vegetación fueron tomados con la metodología fitosociológica en parcelas superiores al área mínima. En la tabla fitosociológica se analizó la frecuencia, el número y la cobertura de especies, que luego se ordenaron calculando un valor de importancia de ellas. Las especies de la tabla se clasificaron por formas de vida y por su sociabilidad con el árbol dominante. Por último, se realizó un análisis fitosociológico tradicional y otro estadístico para ordenar y clasificar censos y especies.

La baja homogeneidad de la tabla fitosociológica confirmó la presencia de gran variabilidad florística entre los censos analizados, que corresponden a rodales en diferentes estadios de degradación por acción antrópica. La intervención humana se destacó, además, en la importancia que adquieren malezas arbustivas alóctonas y trepadoras nativas. En el espectro biológico dominaron fanerófitos y hemipterófitos. Estos últimos indican un alto grado de alteración de los rodales. Los análisis fitosociológicos permitieron establecer un esquema de la dinámica de degradación del bosque estudiado, el cual es reemplazado por matorrales y praderas antropogénicas. El análisis de componentes principales señaló la luz y la humedad como los principales factores que determinan la distribución de las especies en los rodales estudiados. Se clasificó este bosque de boldo en el esquema sintaxonomico de la vegetación del sur y centro de Chile. Por último, se plantea la necesidad de realizar acciones para conservar algunos de los rodales estudiados.

INTRODUCCION

El bosque esclerófilo es una formación vegetal arbórea mixta donde abundan árboles de hojas perennes, brillantes y coriáceas. Se encuentra en regiones de clima mediterráneo, con un marcado contraste entre veranos secos y cálidos e inviernos fríos y lluviosos (Schmithüsen, 1956). En nuestro país el clima mediterráneo se presenta en la zona central, donde primitivamente abundaba un bosque esclerófilo dominado por *Lithrea caustica* (litre), *Quillaja saponaria* (quillay), *Cryptocarya alba* (peumo) y *Peumus boldus* (boldo), entre otros (Oberdorfer, 1960). En esta región, la más densamente poblada del país, la intervención humana ha destruido y degradado las formaciones vegetales primitivas, de manera que sólo en quebradas es posible encontrar restos del bosque original, el que en otros lugares ha sido reemplazado por un matorral esclerófilo secundario, por estepa de *Acacia caven* (espinal) o por cultivos (Balduzzi *et al.*, 1982).

El bosque esclerófilo limita hacia el sur con otro caducifolio, de clima templado (Oberdorfer,

1960). Avanzadas australes del bosque esclerófilo se encuentran insertas en esta región de bosques caducifolios templados, en zonas con microclima más seco. Una de ellas se presenta en la cuenca del Río Bueno, en las provincias de Valdivia y Osorno (Ramírez y Romero, 1974). Estos bosques esclerófilos son más pobres en especies que aquellos de la zona central y en ellos domina claramente el boldo. Su presencia se debe a las condiciones más secas, creadas por el efecto de sombra de lluvia, que produce la mayor altura de la Cordillera de la Costa en el sector de Cordillera Pelada (figura 1).

Se estudian estas avanzadas australes del bosque esclerófilo, tanto en su composición florística como también en su estructura vegetacional, con modernos métodos de fitosociología estadística. El estudio pretende obtener un mayor conocimiento de estos restos de bosques de boldo que aún se encuentran en la cuenca del Río Bueno, antes que desaparezcan totalmente, con el objeto de promover su conservación y para servir de base a estudios posteriores sobre el manejo racional de este recurso.

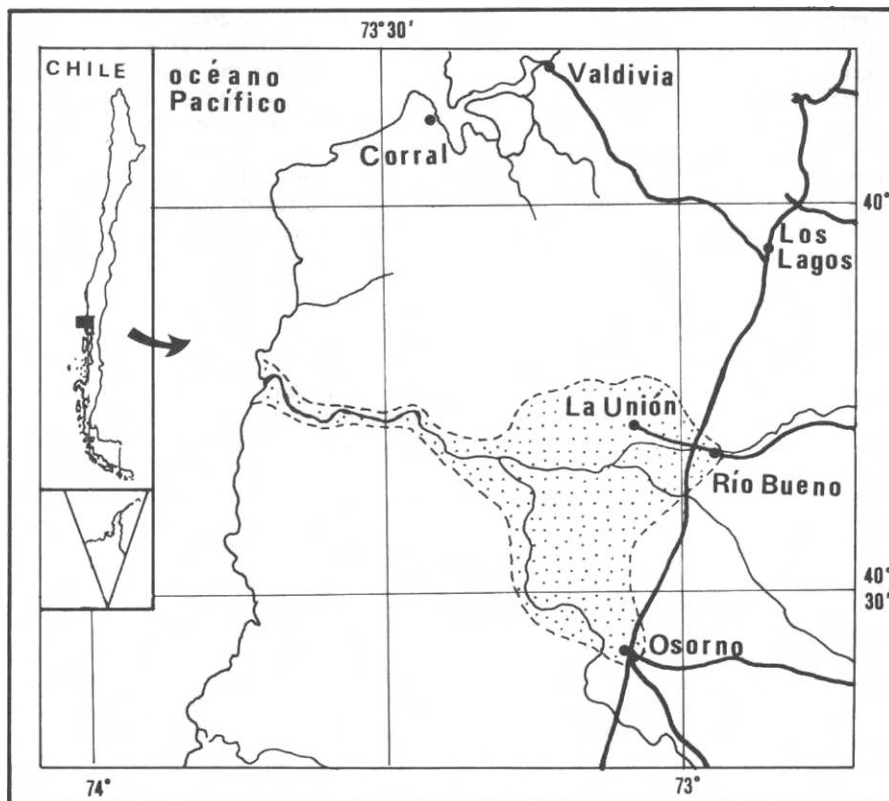


Fig. 1. Area de distribución (punteado) de los bosques esclerófilos de boldo estudiados en el centro-sur de Chile.

Distribution areal (dotted) of the investigated sclerophyllous Boldo forest in South-Central Chile.

MATERIAL Y METODO

Para la ubicación en terreno de los puntos de muestreo, se trabajó con cartas y fotografías aéreas del sector, reconociendo los lugares en los que era probable hallar bosques de boldo y determinando sus accesos viales. Todos estos lugares fueron visitados, levantando relevamientos vegetacionales en los rodales cuya superficie superaba el área mínima (Núñez, 1987). El estudio de la vegetación se hizo sobre la base de 40 censos; 16 tomados de la literatura (Ramírez y Romero, 1974) y 24 levantados para este estudio, en diciembre de 1986 y enero de 1987.

Los censos se levantaron en parcelas de 200 m², escogiendo áreas homogéneas, donde dominaba *Peumus boldus*. Se siguió la metodología europea de muestreo fitosociológico, anotando todas las especies presentes y determinando, por simple apreciación visual, la cobertura-densidad en porcentaje para cada una de ellas (Knapp, 1984). Para coberturas bajo el 1%, con presencia de varios individuos de la especie, se usó el signo "+" y cuando ésta no superaba a dos individuos, el signo "r" (Braun-Blanquet, 1964; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Kreeb, 1983).

Con todos los censos se estructuró una tabla fitosociológica inicial, en la que se calculó el valor de importancia relativa para cada especie, según el método propuesto por Wikum y Shanholtzer (1978). Se construyó, además, una tabla con las especies ordenadas por la frecuencia absoluta, expresada en porcentajes.

La curva del número total de especies se gráfico uniendo los puntos determinados al agregar el número de nuevas especies que aparecieron en cada censo, ordenados por número de especies, de mayor a menor. Para inferir el número mínimo de censos necesarios para captar la comunidad se consideró el punto de la curva donde la pendiente tiende al valor 0, debido a que el número de especies empieza a hacerse constante. Este cálculo es posible y tiene su base en el hecho de que uno de los atributos más claros y definidos de una asociación vegetal es el número de especies que ella presenta (Knapp, 1984).

El grado de asociación de las especies de la tabla con el dominante *Peumus boldus* se determinó calculando un coeficiente de correlación entre ésta y cada una de las especies, según lo propone Ellenberg (1956). Del mismo modo se calculó el índice de similitud (y de disimilitud) entre las 10 especies con mayor valor de importancia. Con estos valores se hicieron dos matrices simétricas que sirvieron de base para ordenar las especies en una constelación que muestra gráficamente el grado de afinidad fitosociológica entre ellas (Agnew, 1961).

Se clasificaron las especies de la tabla en las formas básicas de vida, según Raunkaier (1934, 1937). Se sumó el número de especies por forma de vida, expresando el resultado en porcentaje del total. También se ponderó la cobertura relativa de las especies de cada forma de vida.

Con el objeto de poder comparar el análisis fitosociológico tradicional con el que se realiza en base a los métodos estadísticos computacionales, se confeccionó una tabla final ordenada, usando grupos de especies diferenciales (Ramírez y Westermeier, 1976).

El análisis de componentes principales es una técnica de ordenación con la que se obtiene una distribución de casos (censos) y variables (especies), en un plano de dimensiones reducidas (Orloci, 1966, 1975), con posibles configuraciones de grupos. Las relaciones entre los censos y entre las especies se establecen por sus distancias en el espacio delimitado por los ejes del arreglo reducido (Ramírez *et al.*, 1985). Estos ejes son los componentes principales que corresponden a combinaciones lineales de las variables originales. Cada componente principal es independiente de los otros, es decir, contiene una parte de la variación total, quedando distribuida diferencialmente entre los componentes. El conocimiento que se tenga de los requerimientos ecológicos de las especies, o grupos de ellas, que son más claramente discriminadas por cada componente principal, permite inferir cuál factor ambiental está representado en cada eje (Ramírez y Figueroa, 1985).

RESULTADOS

La tabla fitosociológica está constituida por 40 censos, en los que se registró un total de 124 especies. El número máximo de especies registradas fue de 45 por censo y el mínimo de 6. El número medio de especies por censo fue de 20.5, número que corresponde al 16.5% del total de las especies de la tabla.

Frecuencia. Muy pocas especies se encuentran con frecuencia alta. Solamente 7 están presentes en el 70% o más de los censos. Entre éstas hay una planta exótica con 75% de frecuencia, el arbusto trepador *Rubus constrictus*, la zarzamora, que se halla principalmente en los bordes de los rodales o en los lugares donde la cobertura del dosel superior es baja, lo que permite el paso de mayor cantidad de luz. *Aristolelia chilensis*, arbusto nativo, que también responde positivamente al factor luz, se registró con 82.5% de frecuencia. *Luma apiculata*, el arrayán, presente en el 75% de los censos, es el árbol que tiene la mayor frecuencia, aparte de *Peumus boldus*, que determinó

la selección de los lugares de muestreo y, en consecuencia, se registró en todos los censos. Otros árboles más o menos frecuentes son el lingue (*Persea lingue*) y el laurel (*Laurelia sempervirens*), registrados en el 62.5% y el 55% de los casos, respectivamente. La trepadora nativa *Cissus striata*, voqui naranjillo, especie muy común, se encontró en el 90% de los casos. Otras trepadoras que presentaron frecuencia relativamente alta fueron: *Lardizabala biternata* y *Boquila trifoliolata* (voqui blanco). Muy frecuentes son los helechos *Blechnum hastatum* (palmilla), con 87.5% de frecuencia, y *Adiantum chilense* (patita negra), que registró un 65% de frecuencia. En el 75% de los censos se presentó la hierba nativa *Uncinia phleoides*, clin-clin. *Oxalis araucana*, el vinagrillo, y la planta parásita *Notanthera heterophylla*, quintral del boldo, se encontraron en el 57.5% de los casos.

El histograma de frecuencia muestra sólo 4 especies, entre las que se incluye el boldo, con una frecuencia superior a 80%, lo que indica una notable ausencia de especies codominantes (figura 2). Estas especies son: *Peumus boldus*, el arbusto *Aristotelia chilensis*, la trepadora *Cissus striata* y el helecho *Blechnum hastatum*. Entre el 60.1 y 80% de los censos se presentan 5 especies: los árboles *Persea lingue* y *Luma apiculata*, el helecho *Adiantum chilense* y el pasto *Uncinia phleoides*, además, de *Rubus constrictus*.

Con una frecuencia en el rango de 40.1% - 60% se hallan 8 especies, todas ellas nativas: los árboles *Laurelia sempervirens* y *Maytenus boaria*; el arbusto *Azara integrifolia*, la hierba *Oxalis araucana*, la planta parásita *Notanthera hetero-*

phylla y las trepadoras *Lardizabala biternata*, *Boquila trifoliolata* y *Muehlenbeckia hastulata*.

El gran número de especies con baja frecuencia está indicando heterogeneidad florística de los censos, que, junto a la ausencia de un número mayor de especies con alta frecuencia, manifiesta la intervención antrópica que ha afectado a los bosques de boldo de este estudio. Por otra parte, la forma del histograma podría denotar también la presencia de una variante de la asociación.

Valor de importancia. Con el primer valor de importada relativa, 65.71 %, se registra a *Peumus boldus*, que predomina por su presencia y la gran cobertura que tiene este árbol en la mayoría de los casos. En segundo lugar está *Rubus constrictus* con 7.39. Esta especie exótica, muy agresiva, es frecuente, pero en general no presenta grandes coberturas, excepto en algunas situaciones donde el boldo tiene poca importancia y, además, faltan las especies arbóreas que normalmente ocupan el estrato superior. *Aristotelia chilensis* se encuentra en el tercer lugar con 7.03, siendo frecuente, pero con cobertura normalmente pequeña. El cuarto lugar lo ocupa *Persea lingue* con 6.31, árbol esclerófilo, relativamente frecuente y con poca cobertura. La trepadora *Lardizabala biternata*, típica de bosques esclerófilos, se halla en el quinto lugar con 6.02. Con 5.54 se registra a *Maytenus boaria*, en sexto lugar. La trepadora *Cissus striata*, muy frecuente, ubicada en el séptimo lugar, tiene un valor de importancia relativa de 5.09. Le sigue *Blechnum hastatum*, helecho bastante común, con 4.95%. En noveno lugar se registra a *Laurelia sempervirens*, con 4.92%, árbol relativamente frecuente, sin gran cobertura. La hierba nativa *Uncinia phleoides* está en décimo lugar con 4.79. El decimoprimer lugar, con 4.59, lo ocupa *Luma apiculata*, árbol muy frecuente que se encuentra generalmente con baja cobertura.

Estratificación. Con las catorce especies que muestran los mayores valores de importancia relativa, puede configurarse la estructura típica de la comunidad estudiada: en el estrato superior se encuentran los mesofanerófitos *Peumus boldus* (parasitado en algunas ocasiones por *Notanthera heterophylla*), *Persea lingue*, *Maytenus boaria*, *Laurelia sempervirens* y *Luma apiculata*; en el estrato intermedio, muy pobre en especies, *Sophora microphylla*, *Aristotelia chilensis*, *Azara integrifolia* y la trepadora arbustiva *Rubus constrictus*. En el estrato herbáceo se encuentran los helechos *Blechnum hastatum* y *Adiantum chilense*, la hierba *Oxalis araucana* y la cortadera nativa *Uncinia phleoides*. A través de todos los estratos se presentan las trepadoras *Lardizabala biternata* y *Cissus striata*, entre otras (figura 3).

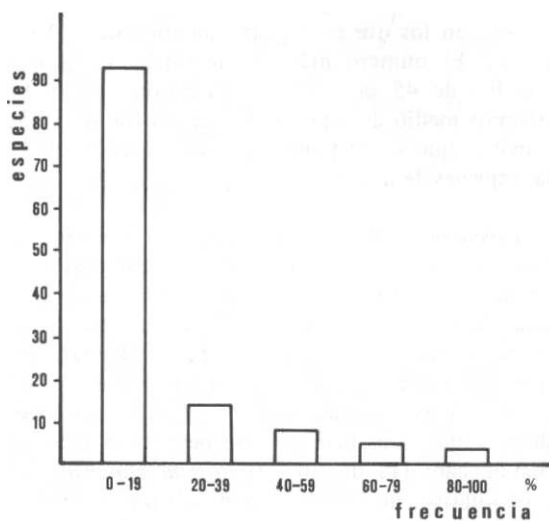


Fig. 2. Histograma de especies en clases de frecuencia.

Histogram of species according to classes of frequency.

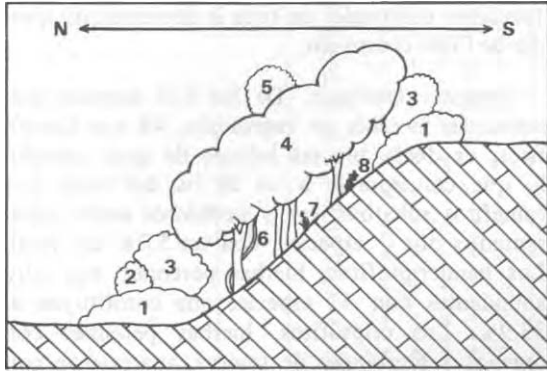


Fig. 3. Perfil del bosque de boldo en una ladera de exposición ecuatorial, de las orillas del Río Bueno. 1 = *Rubus constrictus*, 2 = Arbustos esclerófilos (*Azara integrifolia*, *Discaria serratifolia*, *Schinus polygamus*, *Berberis congestiflora* y *B. chilensis*), 3 = *Aristotelia chilensis*, 4 = *Peumus boldus*, 5 = Ejemplares aislados de *Nothofagus obliqua*, *Lauretta sempervirens* y *Persea litigae*, 6 = Lianas (*Proustia pyrifolia*, *Lardizabala biterinata*, *Cissus striata*), 7 = *Uncinia phleoides*, 8 = *Blechnum hastatum* (Tomado de Ramírez y Romero 1974).

Outline of the boldo forest in a slope with equatorial exposition in the bank of Bueno River. For the names of plants see Spanish legend. (After Ramírez & Romero, 1974).

Especies por censo. La curva de especies por censo presenta un primer tramo, generado por los cinco primeros censos, con la mayor pendiente (figura 4), con un incremento medio de 10.5 especies por censo. Continúa en un segundo tramo, con incremento medio de 1.8 especies, que se extiende hasta el punto determinado por el censo 20, donde se acumulan 114 especies. El tercer y último tramo, con incremento de 0.5 especies por censo, tiene clara tendencia a la horizontalidad. En la curva analizada se establece que con 11 censos se tendría bien representado el bosque de boldo investigado. Como este estudio se ha basado en 40 censos, cabe la certeza de tener bien representada esta comunidad.

Asociación entre especies. El mayor grado de asociación (77.8%) con el árbol dominante (*Peumus boldus*) lo presentó la trepadora *Cissus striata*, especie muy común, en lugares secos y soleados, de las orillas del bosque. Con el helecho palmita *Blechnum hastatum*, otra especie bastante común en variados ambientes del centro-sur de Chile, el grado de asociación es de 76.3%. *Aristotelia chilensis*, el maqui, se asocia al boldo con un índice de 68.8%. El arrayán, *Luma apiculata*, árbol común en los bosques siempreverdes, presenta un índice de 59.8%. *Rubus constrictus* se asocia con un índice de 58.1%. El clin-clin,

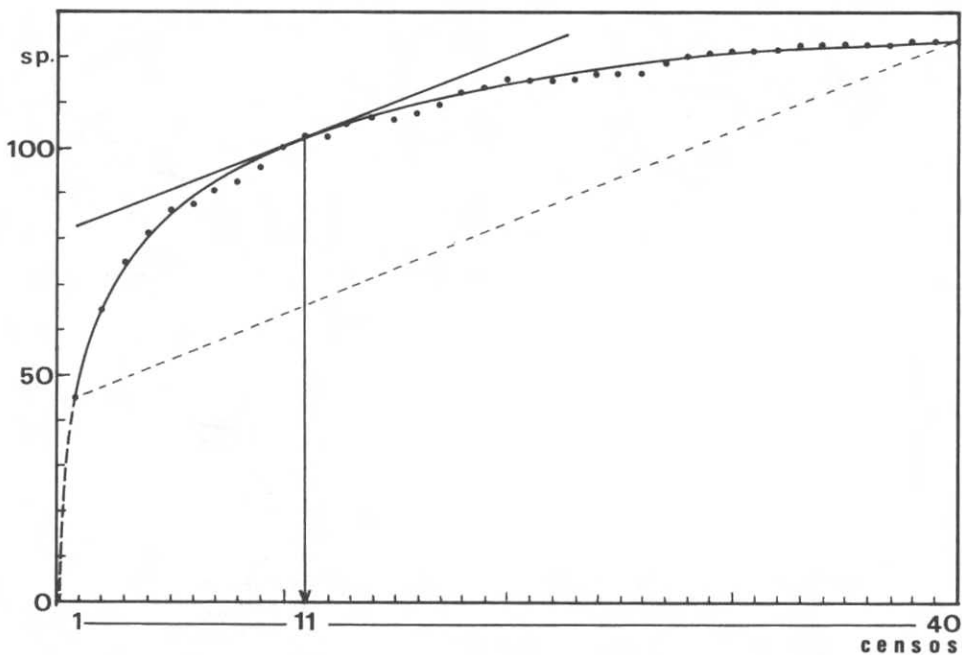


Fig. 4. Curva del número de especies por censo. La flecha indica el número mínimo de censos que deben investigarse para captar la estructura de la comunidad.

Curve of the number of species per vegetation sample. The arrow indicated the minimal number of samples necessary for obtained the community structure.

Uncinia phleoides, que crece en lugares secos, tiene un índice de 56.7%. *Persea lingue*, árbol propio de la asociación *Nothofago-Perseetum*, se asocia al boldo con un índice de 49.8%. *Laurelia sempervirens*, el laurel, árbol también importante en los bosques del valle central, presenta un índice de 44.2%. *Adiantum chilense*, helecho de lugares sombríos, tiene un índice de 47.5%; *Oxalis araucana*, hierba terófito, 44.1 %.

Con las 10 especies más importantes del bosque se confeccionó una constelación del grado de asociación entre ellas (figura 5). La mayoría de las especies están asociadas positivamente con el boldo. Un grupo muy afín lo constituyen *Aristolelia chilensis*, *Cissus striata*, *Blechnum hastatum* y *Rubus constrictus*, todas especies que indican cierto grado de intervención del bosque. *Uncinia phleoides* aparece un poco más alejada, seguramente por corresponder a la cubierta herbácea primitiva del bosque no intervenido. *Lardizabala biternata* no sólo se presenta en los bosques de boldo, sino que también coloniza con éxito el bosque de roble-laurel-lingue adyacente. *Laurelia sempervirens* y *Persea lingue* se presentan alejadas del núcleo de especies que acompaña a *Peumus boldus*, señalando su pertenencia al bosque de roble-laurel-lingue y su posición marginal en los rodales estudiados. Una posición parecida presenta *Maytenus boaria*, árbol que prospera en si-

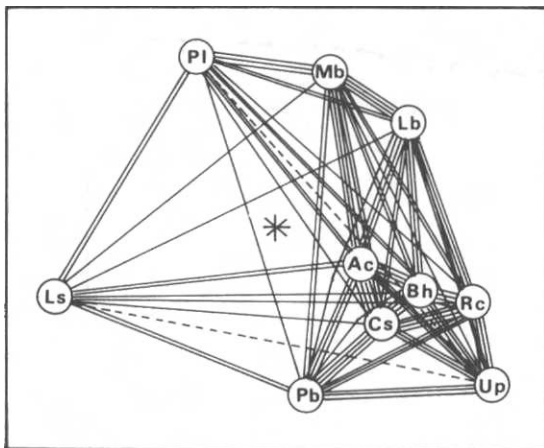


Fig. 5. Constelación del grado de asociación entre las especies más importantes de los bosques esclerófilos investigados. Pb = *Peumus boldus*, Up = *Uncinia phleoides*, Ac = *Aristolelia chilensis*, Mb = *Maytenus boaria*, Lb = *Lardizabala biternata*, Cs = *Cissus striata*, Bh = *Blechnum hastatum*, Re = *Rubus constrictus*, Pl = *Persea lingue*, Ls = *Laurelia sempervirens*.

Constellation of the association degree between the more important species of the sclerophyllous investigated forest. For the plant names see Spanish legend.

tuciones ecotonales en toda la depresión intermedia de Chile centro-sur.

Espectro biológico. De las 124 especies presentes en la tabla de vegetación, 48 son fanerófitos, es decir, plantas leñosas de gran tamaño, lo que corresponde a un 38.7% del total. Los caméfitos subarborescentes y herbáceos están representados por 7 especies, con un 5.7% del total. Los hemcriptófitos, hierbas perennes, son muy abundantes con 42 especies que constituyen el 33.9%. Los criptófitos, hierbas perennes con órganos subterráneos de reserva, aparecieron con 8 especies, 6.4% del total. Por último, los terófitos, hierbas anuales o bianuales, presentaron 19 especies, participando con un 15.3% del total de especies de la tabla. En este espectro biológico (figura 6-A) las formas dominantes son fanerófitos y hemcriptófitos. La primera forma de vida es la dominante en las formaciones boscosas, y la segunda corresponde, más bien, a una situación de alteración provocada por la intervención humana. La forma de vida hemcriptófitica sigue al hombre en el proceso de culturización de los ecosistemas. Los terófitos, aunque no son muy abundantes, indican un clima relativamente seco, lo que concuerda con la condición de sombra de lluvia bajo la que prosperan los bosques estudiados. El espectro biológico analizado cambia completamente al ponderar la cobertura de las especies (figura 6-B). En tal caso los fanerófitos dominan ampliamente.

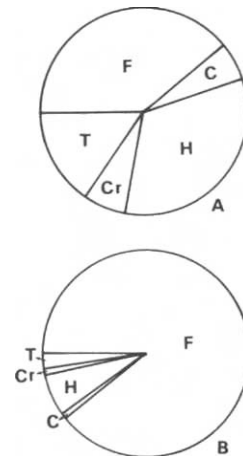


Fig. 6. Espectro biológico de los bosques esclerófilos de boldo investigados. A = Número de especies, B = Cobertura. Formas de vida: F = Fanerófitos, C = Caméfitos, H = Hemcriptófitos, Cr = Criptófitos, T = Terófitos.

Biological spectrum of the investigated sclerophyllous Boldo forest. A = Number of species, B = Cover. Life forms: F = Phanerophytes, C = Chamaephytes, H = Hemicryptophytes, Cr = Cryptophytes, T = Therophytes.

CUADRO 1

Encabezamiento de la tabla fitosociológica final ordenada.

Upper part of the final ordered phytosociological table.

GRUPOS:	A										B							C																										
Especies/censos:	25	24	26	08	06	27	04	07	09	10	11	18	21	22	12	13	14	15	16	17	30	34	35	38	37	02	01	05	03	19	20	23	28	29	31	32	33	36	39	40				
<i>Persea lingue</i>	40	20	20	15	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	r	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Luma apiculata</i>	+	10	+	5	r	+	r	5	5	•	r	5	+	+	•	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	•	•	•	•	•	+	•	•	+	•	+	+	+	+	+	+	•		
<i>Lardizabala biternata</i>	+	•	•	30	•	•	r	60	10	5	5	10	+	•	+	•	20	+	+	+	•	10	+	5	+	•	•	•	•	•	•	•	+	•	10	•	•	•	•	•	•	+		
<i>Laurelia sempervirens</i>	10	•	10	•	•	10	•	•	•	5	5	•	+	5	+	+	•	+	+	•	5	5	+	15	+	•	•	•	•	•	•	•	+	5	•	10	10	10	+	•	•			
<i>Maytenus boaria</i>	5	30	5	10	20	•	5	10	10	+	•	•	10	•	+	•	+	•	•	•	•	•	•	•	•	+	•	•	•	+	5	5	•	•	•	•	10	•	40	•	•			
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	•	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	+	•	+	+	+	+	+	•	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	+	5	•	•	+	+	+	+	+	+		
<i>Sophora microphylla</i>	20	•	•	•	•	•	•	•	5	•	•	•	•	+	+	+	•	•	•	•	+	5	5	5	5	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	+	•	+	+	5	•	•		
<i>Uncinia phleoides</i>	+	+	•	•	+	+	r	•	r	•	+	+	+	•	+	+	+	+	+	+	+	15	+	+	+	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•	+	+	+	+	+	15	+	+	
<i>Oxalis araucana</i>	+	+	+	•	•	+	•	•	•	+	+	5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Discaria serratifolia</i>	•	•	•	+	•	•	•	•	5	+	•	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Leptocarpha rivularis</i>	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Nothofagus obliqua</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	30	5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Azara integrifolia</i>	•	•	•	5	+	•	r	+	5	•	•	•	•	•	•	+	10	•	•	•	•	•	•	•	•	•	r	+	+	r	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Peumus boldus</i>	30	50	60	70	40	80	80	70	40	99	90	90	99	99	99	60	90	90	99	99	90	90	90	90	99	30	30	30	70	99	99	99	80	99	70	80	80	90	50	80	•	•		
<i>Notanthera heterophylla</i>	•	+	•	•	+	+	•	+	•	•	•	•	+	+	+	•	•	•	•	•	+	•	+	+	•	•	+	+	•	+	+	+	+	+	+	•	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Rubus constrictus</i>	•	+	+	+	+	•	r	r	+	+	+	5	+	+	•	+	+	+	+	•	+	+	+	•	+	60	50	40	10	5	+	•	•	•	+	+	+	+	•	+	+	•	•	
<i>Aristolelia chilensis</i>	+	•	5	5	+	•	5	5	5	5	5	•	+	•	10	5	+	+	+	15	5	+	+	+	+	+	5	5	•	+	5	10	•	10	•	+	10	5	5	•	•			
<i>Proustia pyrifolia</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	5	10	10	5	+	•	•	
<i>Agrostis capillaris</i>	•	10	•	•	•	+	•	•	•	•	•	5	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	5	+	+	•	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Dactylis glomerata</i>	•	•	•	•	+	•	•	•	•	•	•	+	+	•	•	r	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	+	20	•	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Lomatia hirsuta</i>	•	•	•	10	5	•	5	10	5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	15	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	

SINECOLOGIA DE PEUMUS BOLDUS

Análisis fitosociológico tradicional. Con el análisis tradicional se determinaron tres grupos sintaxonómicos, los cuales corresponden más bien a estadios de degradación del bosque estudiado (cuadro 1). El primer grupo (A), que reúne 25 censos, está caracterizado por la presencia de *Persea lingue* y un mayor número de especies. Este bosque tiene muchos elementos comunes con el bosque de roble-laurel-lingue, y representa la variante esclerófila del *Nothofago-Perseetum Boldetosum*. El segundo grupo (B) está formado por 4 censos, donde la cobertura del boldo disminuye considerablemente y, en cambio, aumenta la de *Rubus constrictus*. En este grupo se reduce el número de especies leñosas nativas, que son reemplazadas por hierbas y arbustos alóctonos, y corresponde al estado de mayor degradación del bosque estudiado. Estadios posteriores se transforman en un matorral secundario de zarzamora o en praderas antropogénicas de hierba de San Juan y chépica.

El tercer grupo (C), formado por 11 censos, corresponde a bosques de boldo con el dosel arbóreo completo, pero con fuerte influencia antrópica en el piso de ellos. La mayoría de estos rodales han sido usados como refugio por vacunos. El estrato arbóreo, acompañado de trepadoras, muestra gran similitud florística con los bosques esclerófilos de Chile central.

Análisis fitosociológico estadístico. El análisis de componentes principales captó una gran variabilidad entre los censos y las especies de la tabla fitosociológica. Los 10 primeros componentes logran explicar un 73% de esa variabilidad (cuadro 2). La interpretación de los resultados de este análisis se realizará considerando sólo los dos

primeros componentes, que en conjunto explican el 28.8% de la variación total. El primer componente, que explica el 19.6% de la variación, provoca una gran segregación de las especies, reuniendo en el lado derecho del eje de la figura 7 la mayoría de las especies nativas del bosque y también aquellas hierbas y arbustos esciófitos que crecen en los estratos inferiores. Las especies leñosas, situadas aquí, tienen un comportamiento tolerante a la sombra. En el otro extremo de este primer componente se ubican arbustos y hierbas propias de lugares abiertos, que necesitan luz para su desarrollo. La mayoría son malezas de origen europeo, que indican un aumento del xerofitismo.

De acuerdo a la distribución específica comentada, el primer componente puede asociarse con un gradiente ecológico de luz (o temperatura), que aumentaría de derecha a izquierda. Entre las especies que indicarían lugares abiertos, mayor luz y temperatura, se encuentran varias especies introducidas, entre ellas la zarzamora y algunas plantas nativas como *Acaena ovalifolia*, *Berberis darwinii* y *Blechnum blechnoides*, especies de gran amplitud ecológica.

El segundo componente provoca una mayor dispersión de las especies nativas integrantes de los bosques estudiados. En el extremo superior se ubican las especies leñosas caducifolias *Nothofagus obliqua* y *Discaria serratifolia*, junto con la siempreverde *Lomatia hirsuta*. En el extremo inferior se ubican especies que, en el centro-sur de Chile, exigen suelos más delgados y, por ende, más secos: *Conium maculatum*, *Equisetum bogotense* y *Blechnum blechnoides*. De acuerdo a esta distribución, este segundo compo-

CUADRO 2

Variabilidad explicada por cada componente principal.

Explained variability by each principal component.

Componente	Valor propio	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	0.5551	19.65	19.65
2	0.2608	9.23	28.88
3	0.2205	7.80	36.69
4	0.1910	6.76	43.45
5	0.1767	6.25	49.70
6	0.1627	5.76	55.46
7	0.1452	5.14	60.60
8	0.1259	5.46	65.06
9	0.1200	4.25	69.31
10	0.1052	3.72	73.03

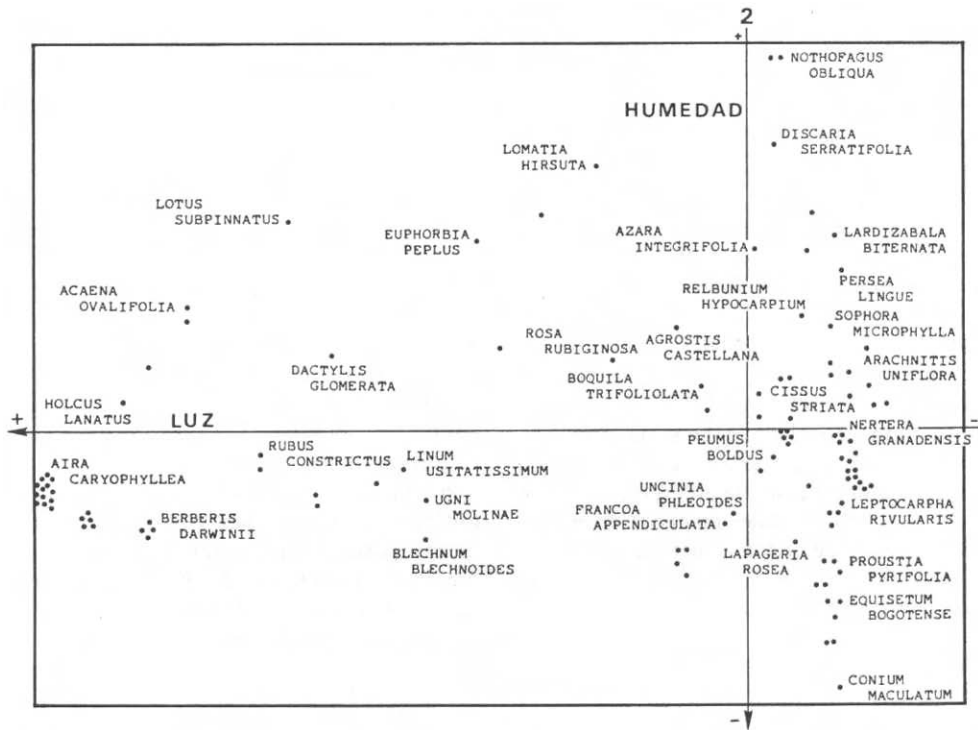


Fig. 7. Distribución de las especies de los bosques de boldo investigados, en los dos primeros componentes principales.

Distribution of the species belonging to the investigated Boldo forest, in the first two principal components.

nente representaría una gradiente de humedad del suelo que aumentaría de abajo hacia arriba, de tal manera que las especies de arriba ocuparían los suelos trumaos, más profundos y con mayor provisión de agua, mientras que las ubicadas en la parte inferior ocuparían los suelos más delgados de las terrazas fluviales, y que tienen un mejor drenaje.

El plano formado por los dos primeros componentes podría dividirse, entonces, en dos cuadrantes superiores húmedos, y dos inferiores, más secos. Pero además pueden verse como dos cuadrantes: sombríos y fríos los de la derecha, con luz y cálidos los de la izquierda. La posición de *Peumus boldus*, que como especie dominante no podría diferenciarse por estos componentes, confirma la validez del análisis, ya que efectivamente se ubica próximo a la intersección de los dos ejes.

DISCUSION

De los bosques investigados sólo se conocían los censos levantados por Oberdorfer (1960), el análisis vegetacional de Ramírez y Romero (1974) y el estudio florístico de Nitrigual (1976). Con el

presente trabajo se amplían los conocimientos de los bosques esclerófilos de la cuenca del Río Bueno, poniendo énfasis en el estado de conservación de ellos.

La mayoría de los análisis ponen de manifiesto el serio peligro de extinción que amenaza a esta comunidad vegetal, única en el sur de Chile, ya que su mayor área de distribución se ubica en Chile central, donde prácticamente no quedan rodales de ella (Quintanilla, 1981; Balduzzi *et al.*, 1982). Efectivamente, la gran variación del número de especies por censo demuestra un alto grado de intervención antrópica, ya que según el estado de los rodales se introducen en ellos diferentes especies de malezas (Hauenstein *et al.*, 1988). Entre estas malezas destacan *Agrostis capillaris* y *Crepis capillaris*, que comienzan a invadir los rodales por los bordes y en claros, donde se ha reducido la cobertura del dosel arbóreo.

La degradación de los rodales estudiados queda demostrada con la gran proliferación de malezas arbustivas, tales como *Rubus constrictus* y *Aristotelia chilensis*, y de trepadoras que indican una mayor cantidad de luz. Las trepadoras nativas y propias del bosque pueden transformarse en seria amenaza para la existencia de los rodales, si

éstos disminuyen mucho de tamaño, ya que, avanzando por los bordes, terminan por cubrirlos totalmente, ahogando los árboles. Este fenómeno ha sido comprobado en Fray Jorge, donde *Grise-linia scandens* amenaza con exterminar al bosque (Zúñiga, 1979; Larraín, 1982).

La falta de codominantes se refleja en el histograma de frecuencia de las especies (figura 2), el cual, a pesar de corresponder a un sintaxón muy uniforme y homogéneo, demuestra alta heterogeneidad (Knapp, 1984). La heterogeneidad florística comprobada en los rodales analizados se debe a la presencia de gran cantidad de malezas alóctonas que tienen escasa cobertura.

La poca homogeneidad de la tabla fitosociológica, como se ha afirmado ya, no demuestra la presencia de sintaxa, sino de diferentes estados de degradación, desde rodales maduros, bien conservados, renovales de tocón con baja cobertura, hasta rodales sin estratos inferiores, los que han sido eliminados por la acción del ganado que busca refugio en ellos.

El grado de asociación de las especies con el dominante señala una alta afinidad de éste con las trepadoras y con la zarzamora, lo que confirma el estado de degradación en que se encuentran los rodales estudiados. La menor, pero siempre importante, afinidad con laurel, lingue y maitén confirma las relaciones con el bosque caducifolio templado de roble-laurel-lingue (Oberdorfer, 1960).

El espectro biológico de los rodales analizados, con cierta abundancia de criptófitos y terófitos, destaca las condiciones de mayor xerofitismo que domina en ellos (Cain, 1950). Sin embargo, la alta proporción de hemicriptófitos confirma, por otra parte, el alto grado de intervención antrópica en ellos, lo que es común para todos los bosques de la depresión intermedia (Mora, 1986; Ojeda, 1987; Ferrada, 1987).

Los análisis estadísticos multivariados presentaron como los principales factores que determinan la distribución de las especies a la luz (o temperatura) y la humedad. El primero tiene que ver con la apertura del dosel por la intervención antrópica, y aparece como el que tiene mayor influencia sobre la dinámica de la vegetación analizada. Las condiciones más favorables, es decir más húmedas y frías, estarían ocupadas por el bosque caducifolio templado de roble-laurel-lingue (Ramírez y Figueroa, 1985).

Los rodales estudiados pertenecen a la sub-asociación *Nothofago-Perseetum linguae Boldetosum* que fuera descrito por Oberdorfer (1960) y que correspondería a un sintaxón más xérico de la asociación *Nothofago-Perseetum linguae*, que prospera en tierras bajas desde Victoria a Puerto Montt (Ramírez, 1982). Esta asociación se ubica-

ría en la subalianza *Aextoxiconenion punctatii* de Tomaselli (1981), en la alianza *Nothofago-Eucryphion cordifoliae*, en el orden *Laurelietalia philippiana* y la clase *Wintero-Nothofagetea*, de acuerdo al esquema sintaxonómico propuesto por Oberdorfer (1960), para la vegetación del sur de Chile.

No obstante lo anterior, el bosque esclerófilo estudiado también podría corresponder a una asociación austral del bosque esclerófilo de peumo y boldo. Knapp (1966) propuso el nombre de *Blechno-Peumetum* para ella y la trata como una asociación vicariante del *Boldo-Cryptocaryetum* de Oberdorfer (1960). Esta asociación se incluye dentro de la alianza *Cryptocaryon*, del orden *Cryptocaryetalia* y de la clase *Lithraeo-Cryptocaryetea*. Este esquema fue propuesto por Schmithüsen (1954) y por Oberdorfer (1960). Esta última posición sintaxonómica está avalada por la presencia abundante de *Peumus boldus*, *Lardizabala biternata* y *Proustia pyrifolia*, especies características de los bosques esclerófilos de Chile central, que han sido descritos por Villaseñor y Serey (1981), por Balduzzi *et al.* (1981) y Villaseñor (1986).

La vegetación zonal de la depresión intermedia valdiviana la constituye el bosque de roble-laurel-lingue (*Nothofago-Perseetum*), como lo indica la figura 8. En situaciones postclimáticas (Mann, 1960) de anegamiento edáfico es reemplazado por el bosque de temu-pitra (*Temo-Myrceugenietum exsuccae*). En lugares más secos, en cambio, se transforma en un bosque esclerófilo de boldo (*Nothofago-Perseetum Boldetosum*), que correspondería, en esta región, a un preclímax en el sentido de Mann (1960).

Al talar el bosque de boldo y luego pastorear el terreno se forman praderas antropogénicas (*Hyperico-Agrostidetum*), las que por sobrepastoreo se degradan, siendo invadidas por un matorral de zarzamora (*Aristotelio-Rubetum*) que no permite la regeneración del bosque. Al talar el bosque, sin pastorear el terreno despejado, se forma otro matorral de zarzamora, no degradado (*Alstroemerio-Aristoteliatum*), que permitiría la regeneración del bosque primitivo, en forma vegetativa, por rebrote de tocones. Por último, algunos rodales de bosque de boldo son degradados, en sus estratos arbustivos marginales y herbáceos internos, por pastoreo y pisoteo directo, al servir de refugio al ganado. Esquemas similares de dinámica vegetacional antropogénica han sido planteados por Ramírez *et al.* (1984, 1988).

Al terminar la discusión, es importante plantear la urgente necesidad de proteger algunos rodales de esta comunidad boscosa, tan peculiar del centro-sur de Chile, antes que se extinga.

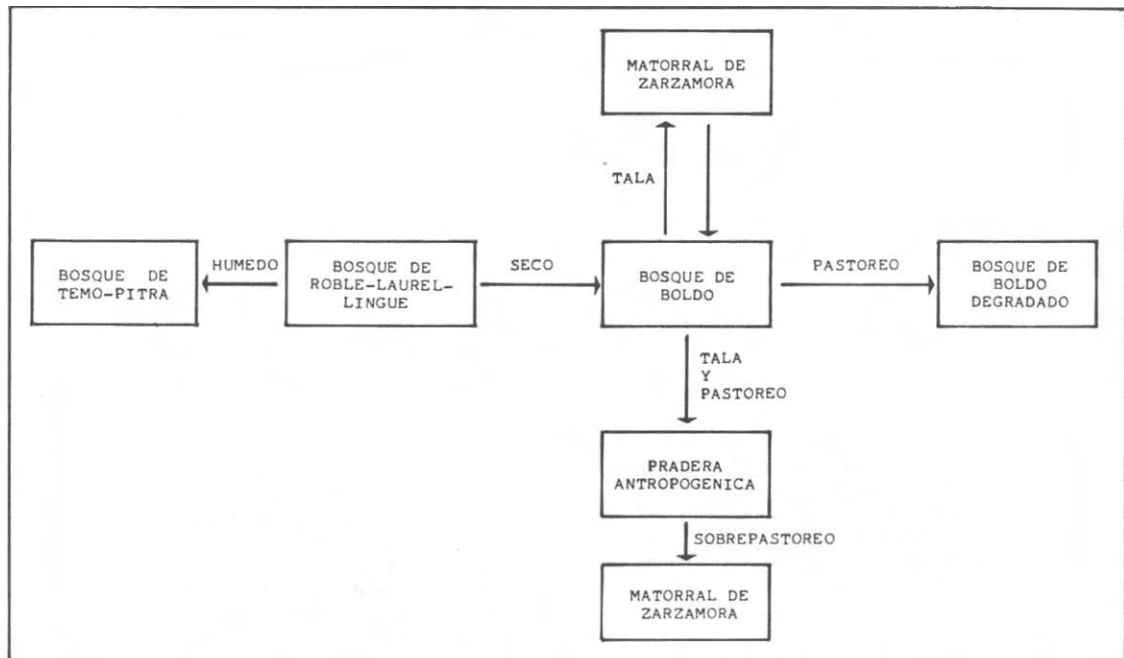


Fig. 8. Representación esquemática de la dinámica de degradación antrópica del bosque de boldo de la cuenca del Río Bueno y sus relaciones limítrofes con las otras asociaciones boscosas de la depresión intermedia del centro-sur de Chile.

Outline of the anthropogenic dynamic of degradation of the Boldo forest in the Bueno River basin. It show the boundary relations with the another forest associations of the intermediate depression in South-Central Chile.

CONCLUSIONES

De los resultados presentados y discutidos en los capítulos anteriores se desprenden las siguientes conclusiones:

1. Los bosques de boldo de la cuenca del Río Bueno corresponden a una formación vegetal esclerófila alejada del área principal de este tipo forestal, situada en Chile central;
2. Estos bosques de boldo muestran alta afinidad florística con el bosque, parcialmente caducifolio, de roble-laurel-lingue de la depresión intermedia de Chile centro-sur;
3. Actualmente los bosques de la cuenca del Río Bueno se presentan en distintas variantes, que corresponden a diferentes estadios de degradación del mismo;
4. La luz y la humedad aparecen como los factores más importantes que determinan la distribución de las especies vegetales que se encuentran en estos bosques;
5. Los bosques estudiados tienen una rica flora nativa, a la que se agrega una gran cantidad de especies alóctonas;
6. El espectro biológico del bosque de boldo de la cuenca del Río Bueno

está desbalanceado debido al gran número de hemicriptófitos naturalizados que forman parte de él;

7. Los fanerófitos trepadores son muy abundantes y muestran alta sociabilidad con el boldo. Estos pueden representar un peligro para los rodales de tamaño reducido, si proliferan en exceso;
8. La degradación de los rodales maduros provoca una reducción de las especies de los estratos inferiores, las que, por naturaleza, presentan escasa cobertura;
9. Como consecuencia de la degradación antropogénica el área actual de los bosques de boldo de la cuenca del Río Bueno se presenta muy reducida y fragmentada, por lo que dichas comunidades están amenazadas de grave peligro de extinción;
10. Se hace necesaria la protección de algunos rodales para preservar la rica flora que se encuentra en ellos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo económico de la Dirección de Investigación de la Universidad Austral de Chile, mediante el Proyecto N° RS-84-22.

BIBLIOGRAFIA

- AGNEW, A.D.Q. 1961. "The ecology of *Juncus effusus* L. in North Wales", *J. Ecol.* 49: 83-101.
- BALDUZZI, A.; SEREY, I.; TOMASELLI, R. y VILLASENOR, R. 1981. "New phytosociological observations on the mediterranean type of climax vegetation of central Chile", *Atti. Ist. Bot. Lab. Critt. Univ. Pavia* 14 (6): 93-112.
- BALDUZZI, A.; SEREY, I.; TOMASELLI, R. y VILLASENOR, R. 1982. "Degradation of the mediterranean type of vegetation in central Chile", *Ecologia Mediterranea* 8 (1/2): 223-240.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964. *Pflanzensoziologie-Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer, New York. 865 pp.
- CAIN, S. 1950. "Life-forms and phytoclimate", *The Botanical Review* 16 (1): 1-32.
- ELLENBERG, H. 1956. *Grundlagen der Vegetationsgliederung. I. Teil Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde*. Ulmer, Stuttgart. 136 pp.
- FERRADA, V. 1987. *Estudio fitosociológico del ñadi de Fruillar (Osorno, Chile)*. Tesis, Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 122 pp.
- HAUENSTEIN, E.; RAMIREZ, C.; LATSAGUE, M. y CONTRERAS, M. 1988. "Origen fitogeográfico y espectro biológico como medida del grado de intervención antrópica en comunidades vegetales", *Medio Ambiente* 9 (1): 140-142.
- KNAPP, R. 1966. "Höhere Vegetationseinheiten von Südpatagonien und Feuerland", *Geobot. Mitteilungen* 35: 1-4.
- KNAPP, R. 1984. "Sampling methods and taxon analysis in vegetation science", *Dr. W. Junk Pub.*, La Haya. 370 pp.
- KREEB, K.H. 1983. *Vegetationskunde*. Ulmer, Stuttgart. 331 pp.
- LARRAIN, C. 1982. "Fray Jorge clama desde su agonía", *Creces* 3 (5): 30-36.
- MANN, G. 1960. "Regiones biogeográficas de Chile", *Investigaciones Zoológicas Chilenas* 6: 15-49.
- MORA, A. 1986. *Estudio fitosociológico en el bosque de Olivillo (Lapagerio-Aextoxiconetum) de la X Región de Chile*. Tesis, Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 85 pp.
- MUELLER-DOMBOIS, D. y ELLENBERG, H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Wiley & Sons, New York, 547 pp.
- NITRIGUAL, S. 1976. *Flora y vegetación de los bosques de boldo de la cuenca del Río Bueno, Valdivia, Chile*. Tesis, Escuela de Biología y Química, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 104 pp.
- NUÑEZ, L. 1987. *Area mínima y su aplicación en asociaciones vegetales del centro-sur de Chile*. Tesis, Escuela de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 61 pp.
- OBERDORFER, E. 1960. "Pflanzensoziologisches Studien in Chile. Ein Vergleich mit Europa", *Flora et Vegetatio Mundi* 2: 1-208.
- OJEDA, N. 1987. *Estudio florístico y vegetacional del bosque de roble-laurel-lingue en el centro-sur de Chile*. Tesis, Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 122 pp.
- ORLOCI, L. 1966. "Geometrie models in ecology. The theory and application of some ordination methods", *J. Ecol.* 54: 193-215.
- ORLOCI, L. 1975. "Multivariate analysis in vegetation research", *Dr. W. Junk Pub.*, La Haya. 276 pp.
- QUINTANILLA, V. 1981. "Carta de formaciones vegetales de Chile", *Contribuciones Científicas y tecnológicas del Area de Geociencias de la Universidad de Santiago* 11 (47): 5-32.
- RAMIREZ, C. 1982. "Pasado, presente y futuro de la vegetación valdiviana", *Creces* 3 (7): 40-45.
- RAMIREZ, C. y FIGUEROA, H. 1985. "Delimitación eco sociológica del bosque valdiviano (Chile) mediante análisis estadísticos multivariados", *Studia Oecologica* 6: 69-82.
- RAMIREZ, C. y ROMERO, M. 1974. "Zur Verbreitung und Artenzusammensetzung der südlichen Boldowälder in Chile", *Oberhessische Naturwissenschaftliche Zeitschrift* 41: 17-24.
- RAMIREZ, C. y WESTERMEIER, R. 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.; MORAGA, M. y FIGUEROA, H. 1984. "La similitud florística como medida de degradación antrópica del bosque valdiviano", *Agro Sur* 12 (2): 127-139.
- RAMIREZ, C.; COLIQUEO, G.; FIGUEROA, H. y CONTRERAS, D. 1985. "Estudio fitosociológico estadístico de las praderas antropogénicas de la Cordillera Pelada, Chile", *Agro Sur* 13 (2): 114-130.
- RAMIREZ, C.; HAUENSTEIN, E.; CONTRERAS, D. y SAN MARTIN, J. 1988. "Degradación antrópica de la vegetación en la depresión intermedia de la Araucanía, Chile", *Agro Sur* 16 (1): 1-14.
- RAUNKAIER, C. 1934. *Life-form of plants and terrestrial plant geography*. Clarendon Press, Oxford, 632 pp.
- RAUNKAIER, C. 1937. *Plant life forms*. Clarendon Press, Oxford, 104 pp.
- SCHMITHÜSEN, J. 1956. "Waldgesellschaften des nordlichen Mittel-chile", *Vegetatio* 5/6: 479-486.
- TOMASELLI, R. 1981. "The longitudinal zoning of vegetation in the southern sector of the Andes", *Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Biologica* 58:471-484.
- VILLASENOR, R. 1986. "Sintaxonomía de las comunidades arbóreas de la V Región de Chile", *Visión Científicas* 2: 5-10.
- VILLASEÑOR, R. y SEREY, I. 1981. "Estudio fitosociológico de la vegetación del Cerro La Campana (Parque Nacional La Campana) en Chile central", *Atti Ist. Bot. Lab. Critt. Univ. Pavia* 14 (6): 69-91.
- WIKUM, D. y SHANHOLTZER, G. 1978. "Application of the Braun-Blanquet cover-abundance scale for vegetation analysis in land development studies", *Environmental Management* 2 (4): 323-329.
- ZUÑIGA, J. 1979. "Fray Jorge: Un relicto boscoso natural de probable origen terciario en el Norte Chico de Chile", *Atenea* 440: 11-37.