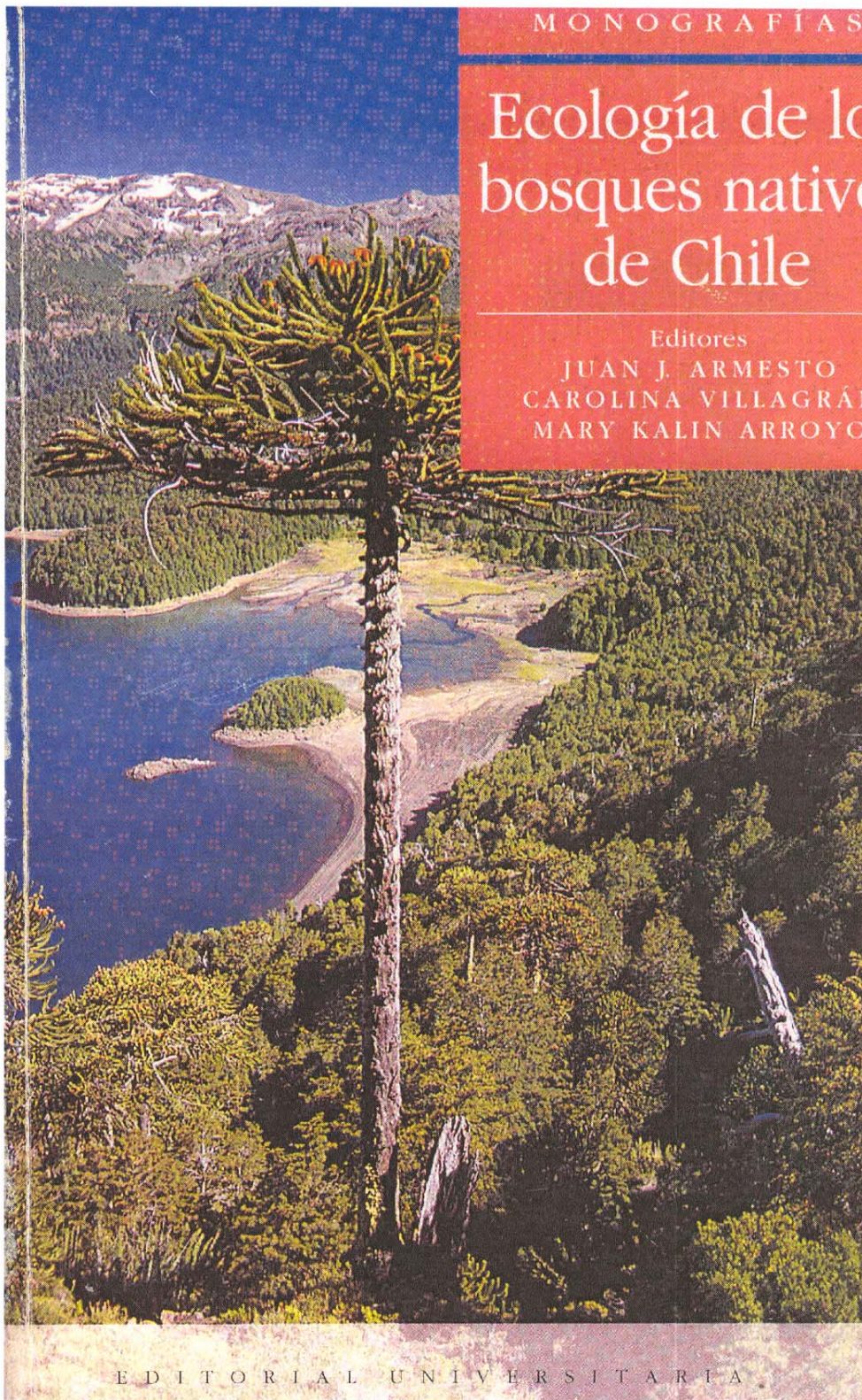


MONOGRAFÍAS

# Ecología de los bosques nativos de Chile

Editores

JUAN J. ARMESTO  
CAROLINA VILLAGRÁN  
MARY KALIN ARROYO



EDITORIAL UNIVERSITARIA



VICERRECTORÍA  
ACADÉMICA Y  
ESTUDIANTIL  
UNIVERSIDAD  
DE CHILE



Colección  
TEXTOS  
UNIVERSITARIOS

© 1995, VICERRECTORÍA ACADÉMICA, UNIVERSIDAD DE CHILE  
Inscripción N° 94.985, Santiago de Chile

Derechos de edición reservados para todos los países por  
© Editorial Universitaria, S.A.  
María Luisa Santander 0447. Fax: 56-2-2099455  
Santiago de Chile

Ninguna parte de este libro, incluido el diseño de la portada,  
puede ser reproducida, transmitida o almacenada, sea por  
procedimientos mecánicos, ópticos, químicos o  
electrónicos, incluidas las fotocopias,  
sin permiso escrito del editor.

ISBN: 956-1180-2  
Código interno: 012671-3

Texto compuesto en tipografía *Times 11/13*

Se terminó de imprimir esta  
PRIMERA EDICIÓN  
de 1.000 ejemplares  
en los talleres de Impresos Universitaria,  
San Francisco 454, Santiago de Chile,  
en el mes de marzo de 1996.

CUBIERTA:  
*Parque Nacional Conguillío.*  
*Fotografía de Eugenio Hughes.*  
*Archivo fotográfico de Kactus Foto.*

Editor de producción: *Pedro León Lobos.*

Esta publicación cuenta con el patrocinio del Departamento Técnico de Investigación,  
Universidad de Chile, Programa Bosques Nativos, y de la Fundación A.W. Mellon, EE.UU.

Los autores son profesores de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile,  
y el Instituto de Investigaciones Ecológicas Chiloé.

#### M A P A S

Autorizada su circulación por Resolución Exenta N° 145 del 25 de mayo de 1995,  
de la Dirección Nacional de Fronteras y Límites del Estado.

La edición y circulación de mapas, cartas geográficas u otros  
impresos y documentos que se refieran o relacionen con los límites y  
fronteras de Chile, no comprometen, en modo alguno, al Estado de Chile,  
de acuerdo con el Art. 2°, letra g. del D.F.L. N° 83 de 1979, del  
Ministerio de Relaciones Exteriores.

En conformidad a lo dispuesto en el D.F.L. C.1. N° 2090 de 1963,  
el Instituto Geográfico Militar autoriza la circulación  
de los mapas contenidos en este libro.  
(IGM. SDC. N° 202/95)

IMPRESO EN CHILE / PRINTED IN CHILE

# Capítulo 1

## LOS BOSQUES TEMPLADOS DEL SUR DE CHILE Y ARGENTINA: UNA ISLA BIOGEOGRÁFICA TEMPERATE FORESTS OF SOUTHERN CHILE AND ARGENTINA: A BIOGEOGRAPHIC ISLAND

J.J. ARMESTO, P. LEÓN LOBOS y M. KALIN ARROYO

### Summary

*This introductory chapter describes briefly the salient features of South American temperate forests, with special reference to their physical and climatic setting and their character of a biogeographic island. In this analysis we indicate the chapters of the book that address each of the major features of Chilean temperate forests.*

### 1. ANTECEDENTES GENERALES

Los bosques nativos de Chile se clasifican como *bosques templados* debido a que se encuentran fuera de las regiones tropicales y están sujetos a bajas temperaturas invernales, que muchas veces son limitantes para el crecimiento arbóreo. Los bosques templados del mundo se encuentran ubicados a latitudes superiores a los 30° en ambos hemisferios, entre el nivel del mar y el límite arbóreo de las montañas. En Chile, los bosques templados se ubican en forma continua aproximadamente entre el río Maule (35°S) y Tierra del Fuego (55°S), un rango de alrededor de 20° de latitud. Los bosques se extienden además a los sectores andinos de Argentina que colindan con la estepa.

En la región de transición entre el bosque y la zona semiárida del Norte Chico chileno (30-34°S) se encuentran los llamados *bosques esclerófilos*, que no se clasifican como bosques templados propiamente tales, debido a que el factor limitante del crecimiento arbóreo generalmente no es la temperatura, sino la larga sequía de verano. Sin embargo, los bosques esclerófilos se mezclan con los elementos del bosque templado, especialmente entre los ríos Maule y Biobío. Este libro se centra solamente en los bosques templados, con exclusión de los bosques esclerófilos, aunque se hará mención a estos últimos en aquellos tipos

forestales en que aparecen mezclados con las especies del bosque templado (véase capítulos 7 y 11).

Los bosques templados del mundo, aunque menos ricos en especies que los bosques de regiones tropicales, tienen una gran importancia, por su extensión y alta productividad (*Tabla 1.1*), que es similar a la de muchos bosques tropicales. Los bosques templados constituyen la principal reserva mundial de recursos madereros, de calidad generalmente superior a la de los árboles de los trópicos. Los árboles propios de la región de los bosques templados (los llamados endémicos) representan un recurso valioso por su exclusividad en el mercado mundial.

TABLE 1.1.  
*Productividad y características relacionadas de los principales biomas forestales del mundo (Según Barbour et al., 1980)*

Ecosistema	Área (km <sup>2</sup> x 10 <sup>6</sup> )	PPN*			Biomasa**		
		Media (g m <sup>-2</sup> año <sup>-1</sup> )	Rango (g m <sup>-2</sup> año <sup>-1</sup> )	Total (10 <sup>9</sup> t año <sup>-1</sup> )	Media (kg m <sup>-2</sup> )	Rango (kg m <sup>-2</sup> )	Total (10 <sup>6</sup> t)
Bosque tropical lluvioso	17,0	2.200	1.000-3.500	37,4	45	6-80	765
Bosque tropical estacional	7,5	1.600	1.000-2.500	12,0	35	6-60	260
Bosque templado							
Siempreverde	5,0	1.300	600-2.500	6,5	35	6-200	175
Deciduo	7,0	1.200	600-2.500	8,4	30	6-60	210
Bosque boreal	12,0	800	400-2.000	9,6	20	6-40	240

\*PPN = Productividad primaria neta (carbono fijado por fotosíntesis por las plantas menos la respiración).

\*\*Biomasa = materia seca presente en la vegetación en pie.

El tema de este libro son los bosques templados del sur de Chile y Argentina, con un énfasis en la vertiente occidental de los Andes. En este capítulo introductorio queremos destacar un hecho de gran importancia ecológica y evolutiva: que *los bosques templados del sur de América están geográficamente aislados de otras formaciones boscosas tropicales y subtropicales del continente*. Hacia el norte, limitan con el bosque esclerófilo, que se desarrolla bajo un clima mediterráneo estacional, y con uno de los desiertos más áridos del mundo, el desierto de Atacama. Hacia el este, en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, el bosque se convierte en una angosta franja de bosques de *Nothofagus* y *Austrocedrus chilensis*,

que luego da paso a la estepa patagónica (véase Veblen *et al.*, capítulo 9). Hacia el sur y el oeste se encuentran los océanos Antártico y Pacífico, respectivamente.

En consecuencia, los bosques templados de Sudamérica austral se encuentran separados de otros bosques del continente por formaciones áridas que se extienden por más de 2.000 km. Los bosques más cercanos son los del NE de Argentina ("Yungas") y del SE de Brasil, con los cuales el bosque templado austral presenta importantes vínculos florísticos (capítulo 3). Distancias aún mayores separan los bosques australes de otras áreas boscosas del hemisferio sur (Nueva Zelanda, Tasmania), con las cuales los bosques del sur de Chile y Argentina también presentan claras relaciones históricas (véase capítulo 4).

Las relaciones florísticas del bosque austral con otros bosques de Sudamérica y con los de Tasmania y Nueva Zelanda datan de una época remota, el Terciario, en la cual los bosques de Sudamérica se extendían en forma continua entre las latitudes tropicales y templadas, y este continente estuvo conectado a través de la Antártica, que en esa época no estaba totalmente cubierta de hielo, con Nueva Zelanda y Tasmania (Axelrod *et al.*, 1991). En consecuencia, el bosque austral de América es actualmente una verdadera "isla" biogeográfica, completamente separado por barreras infranqueables (desiertos, océanos) de las fuentes ancestrales de su biota.

Esta situación de aislamiento geográfico se habría mantenido inalterada al menos durante todo el Cuaternario (hace más de un millón de años) y ha limitado las posibilidades de intercambio florístico y faunístico, especialmente en los períodos de grandes cambios climáticos como los que ocurrieron durante y con posterioridad a la última glaciación (los últimos 20.000 años, véase capítulo 3). Este prolongado aislamiento distingue al bosque templado del sur de Sudamérica, de su equivalente del hemisferio norte, pues este último mantuvo conexiones con los bosques de Centroamérica durante la época glacial y actualmente existe continuidad entre el bosque de la costa Pacífico y la costa Atlántica de Norteamérica a través del bosque boreal. Los bosques de Europa central son también continuos con los bosques boreales del norte de Asia y los de latitudes tropicales en el sureste Asiático y en Borneo, Sumatra y Nueva Guinea.

Muchas de las características más notables del bosque austral (e.g., su extraordinario endemismo) pueden explicarse como consecuencia de este largo y acentuado aislamiento. Otras características relevantes de esta "isla vegetacional" son el clima y la topografía que, en una estrecha franja de 2.000 km de largo y en promedio 120 km de ancho, determinan la existencia de una enorme heterogeneidad de tipos de bosques, suelos y regímenes de perturbación. En esta introducción destacaremos algunos de los atributos más singulares del ambiente y de la biota de los bosques australes de Sudamérica, al mismo tiempo que señalaremos el o los capítulos de este libro donde se puede encontrar mayor información respecto de estos temas.

## 2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Y TOPOGRÁFICAS

2.1. El clima predominante en el ámbito del bosque templado de Austrosudamérica es de temperaturas moderadas, debido a la acentuada influencia marítima (excepto en los sectores más altos de las montañas), con frentes de lluvias originados en el cinturón de vientos del oeste (westerlies) que provienen del Pacífico, tanto en verano como en invierno. Este origen marino de los frentes de lluvia hace que los bosques reciban una precipitación excepcionalmente “limpia” de contaminantes atmosféricos de origen antropogénico (capítulos 10 y 17).

2.2. La topografía es dominada por dos cordones montañosos: la cordillera costera (alturas máximas de 2.000 m a los 38°S, y de 800 m a los 42°S) y la Cordillera de los Andes (alturas máximas superiores a los 3.000 m) que se extienden prácticamente en todo el ámbito del bosque templado (capítulo 2). Estos cordones ejercen un fuerte efecto de biombo, lo que concentra las precipitaciones en las vertientes occidentales (capítulos 3, 9 y 10). La accidentada topografía determina abruptos gradientes de precipitación y de condiciones climáticas y edáficas que no han sido bien cuantificados, especialmente debido a la pobreza de los registros climáticos continuos.

2.3. De norte a sur se produce un aumento gradual de las precipitaciones de 1.500 mm a los 39°S, hasta más de 4.500 mm a los 47°S. La misma magnitud de variación se produce a través de gradientes topográficos (altitudinalmente, o entre cordillera y valles). Por ejemplo, a los 35°S la precipitación varía entre 1.500 mm en la vertiente oeste de las cordilleras y 800 mm en el valle; y, a los 42°S, entre más de 4.000 mm anuales en las cimas de las cordilleras y 1.600 mm en el valle.

2.4. La temperatura media anual desciende de aproximadamente 12°C a los 36°S (Chillán) hasta los 5°C a los 55°S (Magallanes). La moderada variación estacional de las temperaturas es una característica común a toda la región del bosque templado austral, pero es más pronunciada en los sectores costeros (capítulo 4). La diferencia entre las temperaturas medias del mes más frío y el mes más cálido, varía entre 4 y 8°C (capítulo 4), en comparación con una variación entre 4°C y 20°C a latitudes equivalentes en bosques templados de Norteamérica. Esta es una característica de los climas llamados “uniformes” (equitables), que son muy escasos en las regiones templadas del mundo (Axelrod, 1992).

2.5. De acuerdo con las condiciones climáticas, el bosque templado austral puede ser dividido en una zona estacional (36-42°S), y una no-estacional (42-55°S), debido a la influencia de la acentuada sequía estival a latitudes menores a 42°S (capítulo 4).

### 3. CARACTERÍSTICAS DE LA BIOTA

3.1. Bosques de alta productividad, expresada en enorme acumulación de biomasa en pie (sobre 1.000 toneladas/há); algunos bosques presentan altas densidades de árboles (Armesto *et al.*, 1994b), hasta 10.000 individuos >5 cm dap (diámetro a la altura del pecho) por hectárea. Se ha documentado una rápida regeneración y crecimiento de muchas especies arbóreas, que puede estar entre las más altas para bosques templados sin manejo (Donoso, 1993b; Donoso y Lara, capítulo 19 de este libro).

3.2. Los bosques templados australes exhiben una inusual diversidad de especies de diferentes formas de vida (capítulo 3), algunas de ellas normalmente raras o ausentes en otros bosques templados. Destacan en especial las enredaderas y epífitas (22 especies de angiospermas, más de 30 especies de helechos epífitos). Además existe una diversidad aún no determinada de especies de musgos y líquenes (capítulo 5) que en algunos casos constituyen capas de gran grosor (1-15 cm) sobre los troncos y ramas del dosel del bosque. En bosques de alerce de la Cordillera de la Costa de la Isla de Chiloé se ha estimado una biomasa de epífitas de 4-5 ton/há (Pérez *et al.*, 1991).

3.3. Los bosques australes presentan un notable nivel de endemismo en su flora vascular (28 géneros de angiospermas endémicos sobre un total de 82, es decir, un 34%), comparado con otras áreas de bosques tropicales y templados continentales (capítulos 3, 8, 10 y 19). La mayoría de los endemismos corresponden a géneros o familias con una sola especie en el mundo. Tal como en el caso de la flora, la fauna asociada al bosque templado también presenta un gran endemismo, que alcanza al 23% de las especies de reptiles, 30% de las aves, 33% de los mamíferos, 50% de los peces de agua dulce y 76% de los anfibios (capítulo 21).

3.4. Algunas especies de coníferas del bosque nativo se encuentran entre las más longevas del mundo, en particular *Araucaria araucana*, *Austrocedrus chilensis*, y *Fitzroya cupressoides*, todas las cuales pueden superar los mil años. Recientemente, se ha confirmado que el alerce es la segunda especie más longeva del mundo (3.600 años, Lara y Villalba, 1993, capítulo 19). Estas especies longevas representan, a través de sus anillos de crecimiento anual, un registro único de la variación de las condiciones climáticas del hemisferio sur en los pasados siglos (capítulos 10 y 19).

3.5. Dominancia de angiospermas sobre gimnospermas. A diferencia de muchos bosques del hemisferio norte, la mayoría de los tipos forestales del bosque templado austral están constituidos exclusivamente por angiospermas, o se trata de bosques mixtos en que las coníferas son un componente minoritario (capítulo 4). Excepcio-

nes son los bosques de *Austrocedrus chilensis*, especialmente representados en el sector Argentino de los Andes australes (capítulo 9); *Fitzroya cupressoides*, en sectores de condiciones edáficas marginales, e.g., suelos anegados o rodados de rocas; *Pilgerodendron uviferum*, en suelos de pobre drenaje en zonas de alta pluviosidad; y, *Araucaria araucana*, que constituyen el límite arbóreo en algunas zonas de los Andes del sur de Chile y Argentina (capítulos 9 y 10).

3.6. Dominancia de especies siempreverdes sobre especies deciduas. Otra diferencia notoria con los bosques del hemisferio norte es la menor importancia de los elementos caducifolios de invierno, en comparación con las especies siempreverdes latifoliadas (de hojas anchas). En general, los elementos deciduos del bosque chileno (todas especies del género *Nothofagus*) se encuentran restringidos a los ambientes con más variación estacional, al límite norte del bosque templado (capítulo 8), o al límite arbóreo en las montañas, con excepción del extenso bosque deciduo magallánico (capítulo 9). En todos los casos, los bosques dominados por especies deciduas son bosques mixtos con variada importancia del componente siempreverde (capítulos 8 y 11).

3.7. Importancia de las interacciones mutualistas entre plantas y animales. Diversos estudios han mostrado que las interacciones bióticas son importantes tanto en el proceso de polinización como de dispersión de semillas (capítulos 7, 12 y 13). Al mismo tiempo, las plantas representan importantes recursos nutritivos para insectos, aves y mamíferos nativos, en las formas de néctar, polen y pulpa de frutos carnosos. Más de 60% de las especies de plantas del bosque de la Isla Grande de Chiloé poseen frutos carnosos (Armesto y Rozzi, 1989). Estas interacciones bióticas son menos importantes en bosques templados del hemisferio norte, donde las coníferas son un componente mayoritario, ya que estas últimas son anemófilas (polinizadas mediante el viento) y sus semillas son generalmente dispersadas por viento.

3.8. Gran calidad de la madera de una alta proporción de las especies arbóreas del bosque templado (Donoso, 1993b; Armesto *et al.*, 1994a). Entre las más destacadas especies madereras del bosque austral se encuentran alerce, ciprés, roble, araucaria, mañío, lingue, ulmo, raulí, lenga, tepa (capítulo 19). A pesar del reconocido valor comercial de estas especies, históricamente su explotación no ha consultado el manejo silvícola, lo que ha conducido a su extinción masiva a nivel local y regional (capítulos 18 y 19). Debido a su precario estado de conservación, la explotación de algunas de estas especies está actualmente prohibida por la Ley (capítulo 18).

#### *Agradecimientos*

Trabajo financiado por el Proyecto FONDECYT 92-1135 y la Fundación A. W. Mellon.