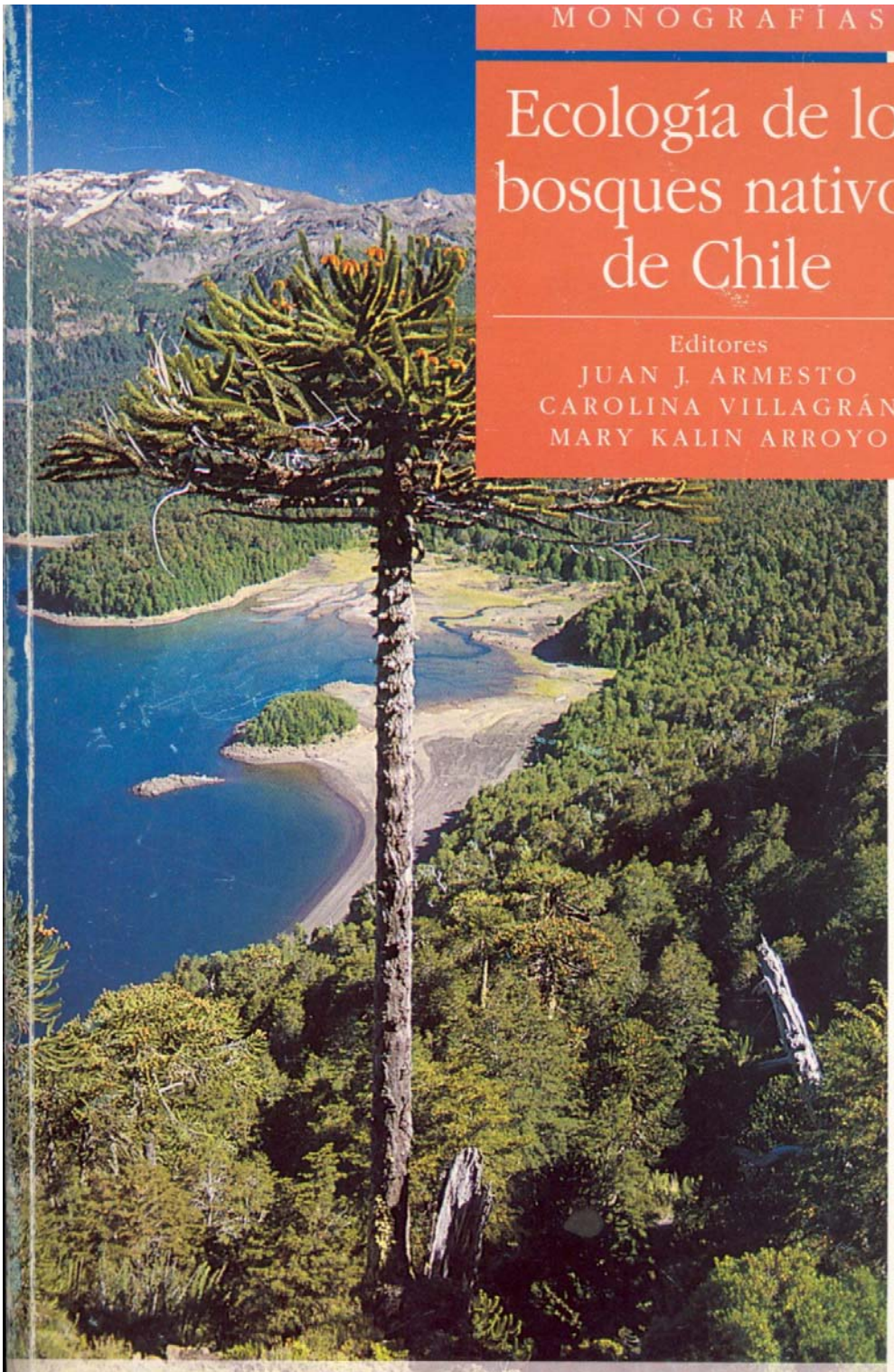

MONOGRAFÍAS

Ecología de los bosques nativos de Chile

Editores
JUAN J. ARMESTO
CAROLINA VILLAGRÁN
MARY KALIN ARROYO

VICERRECTORÍA ACADÉMICA Y ESTUDIANTIL UNIVERSIDAD DE CHILE

Colección TEXTOS UNIVERSITARIOS

EDITORIAL UNIVERSITARIA

© 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.

MAPAS
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 21

ECOLOGÍA DE LOS BOSQUES CHILENOS: SÍNTESIS Y PROYECCIONES

ECOLOGY OF CHILEAN FORESTS: SYNTHESIS AND PROSPECTS

JUAN J. ARMESTO, RICARDO ROZZI y PEDRO M. LEÓN-LOBOS

Summary

This chapter describes the ecological values of Chilean native forests, as documented throughout this book, and illustrates how ecological knowledge can be used to improve forest management. Chilean forests harbour a high proportion of endemics, many of which are presently endangered, and possess many valuable timber species, particularly pioneer tree species with relatively high grow rates, which are capable of rapid recovery from disturbances. Harvesting methods that simulate the local natural disturbance regimes are recommended in order to minimize the risk of species losses. The watershed ecosystem approach is proposed as a useful tool to further evaluate the appropriateness of harvesting and management techniques in the face of potential hydrologic imbalances and nutrient losses. Current lack of State-owned experimental forests, administrative datelines for a normal scientific study (usually 3 years), and limited funding seriously hamper the possibility of evaluating forest management protocols within coherent spatial and temporal frames.

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios reunidos en este libro demuestran que el conocimiento ecológico de los bosques templados chilenos ha progresado significativamente en las últimas décadas. Los trabajos realizados documentan el avance desde una primera etapa, esencialmente descriptiva, caracterizada por los estudios florísticos y fitosociológicos (e.g., Schmithüsen, 1956; Öberdorfer, 1960; Villagrán *et al.*, 1974; Pisano, 1977, 1989; Dollenz, 1980; Ramírez y Figueroa, 1985, 1987), a una segunda etapa, en que los estudios se han orientado a comprender la dinámica de los distintos tipos de bosques (capítulos 9, 10); las interacciones ecológicas, especialmente las relacionadas con la reproducción de las especies arbóreas (capítulos 12 y 14); los procesos

ecosistémicos, es decir, las interfases planta-atmósfera-suelo (capítulo 16), y las conexiones entre el bosque y los sistemas acuáticos (capítulo 17).

Aunque muchas áreas de investigación están incipientemente desarrolladas, el conocimiento derivado de estos estudios es extremadamente relevante para la proposición de métodos silvícolas que promuevan la sustentabilidad a largo plazo y el aprovechamiento eficiente de los múltiples valores de los ecosistemas forestales nativos. En este capítulo analizaremos cómo el conocimiento ecológico actual sobre los bosques nativos, sintetizado en este libro, puede contribuir a generar preceptos aplicables directamente al manejo y la conservación forestal. En este contexto, destacaremos especialmente aquellas líneas de investigación que requieren urgente desarrollo para complementar y ampliar la base científica del manejo forestal.

2. BIODIVERSIDAD Y ENDEMISMO

Como se ha documentado en varios capítulos de este libro (4, 5, 6 y 7), los bosques nativos de Sudamérica austral constituyen una reserva mundial de biodiversidad, por poseer una biota extraordinariamente rica en endemismos (*Tabla 21.1*; capítulo 4); particularmente géneros y familias monoespecíficas de plantas y animales. Esta biodiversidad es uno de los atributos más importantes de los bosques nativos, porque representa una fuente potencial de recursos genéticos única en el mundo, cuyo valor se acrecentará en el futuro.

TABLA 21.1.
Diversidad, endemismo y estado de conservación de los vertebrados que habitan los bosques templados de Chile

Clase	*Total*	NÚMERO DE ESPECIES NATIVAS *Amenazadas**		*Endémicas*		*Endémicas y amenazadas**	
		(Num.)	*(%)*	*(Num.)*	*(%)*	*(Num.)*	*(%)*
Peces	26	26	100	13	50	13	100
Anfibios	30	19	63	24	80	15	63
Reptiles	14	7	50	5	36	1	20
Aves	44	7	16	13	30	3	23
Mamíferos	33	19	57	11	33	7	64

*Incluye especies en peligro de extinción, vulnerables, raras, amenaza indeterminada e inadecuadamente conocidas (Glade, 1993).

Las investigaciones de botánicos y zoólogos han revelado que un número importante de las especies arbóreas (véase Lara *et al.*, capítulo 18, *Tabla 18.6*) y de las especies de vertebrados terrestres y acuáticos que habitan en los bosques templados (véase Apéndice 21.1) se encuentran en peligro de extinción total, y que muchas especies ya han desaparecido de gran parte de las áreas geográficas que ocupaban hace menos de un siglo. Entre los vertebrados, las especies de mamíferos, anfibios y peces presentan la situación más crítica, debido a que entre un 60% y 100% de las especies endémicas están en precario estado de conservación (*Tabla 21.1*). La principal causa de la escasez de estas especies es la extrema reducción y fragmentación de las áreas de bosques nativos, modificaciones de la calidad y caudal de las aguas, y cambios en el microclima de los hábitats. En el caso de los megamamíferos, el efecto de la fragmentación del bosque es más grave por sus mayores requerimientos territoriales (Mella y Simonetti, 1994). La riqueza de especies y los grados de endemismo son escasamente conocidos para la mayoría de los grupos de invertebrados y las criptógamas (briófitas y hongos), por lo que no existe un "libro rojo" para estos organismos. Se reconoce, sin embargo, al bosque templado como uno de los grandes centros de diversidad de briófitas y líquenes (capítulo 5).

Las áreas más críticas, por el extremo grado de destrucción y degradación de los bosques nativos, se ubican en la costa, desde la VII a la X Región (Armesto *et al.*, 1992b; Villagrán *et al.*, 1993; Armesto *et al.*, 1994a), donde paradojalmente la biota de los bosques templados encontró refugio durante la última era glacial (capítulo 3). El proceso de degradación del bosque no sólo ha puesto en peligro la sobrevivencia de muchas especies, sino que ha contribuido a homogeneizar el paisaje y ha conducido a la inminente desaparición de algunos ecosistemas forestales completos, tales como los tipos Palma Chilena, Roble-Hualo y Roble-Raulí-Coigüe. En consecuencia, no es posible proponer medidas para la conservación y manejo del bosque nativo en general, sino que se debe evaluar la situación de cada tipo forestal en las diferentes regiones del país (véase capítulo 4).

Un claro mensaje de estos estudios es que, si se quiere preservar una fracción importante de la biodiversidad de los bosques templados, debe estimularse el establecimiento de reservas forestales en estas áreas críticas, conjuntamente con un esfuerzo por restaurar en parte los ecosistemas degradados, sustituidos por monocultivos forestales exóticos o por terrenos de usos agrícolas y de pastoreo. El objetivo a largo plazo de este plan debería ser restaurar en parte el paisaje regional, promoviendo un mayor balance entre las superficies de plantaciones o uso agropecuario y los parches de bosques nativos remanentes, y aumentando la conectividad entre estos últimos.

En relación con este objetivo, es evidente que se requieren con urgencia estudios que permitan propagar, *in situ* o *in vitro*, muchas de las especies amenazadas de extinción, asociados con programas de reforestación con especies nativas en las áreas susceptibles de recuperar. Es notable el caso de las especies amenazadas de *Nothofagus* de Chile central, en particular *N. glauca, N. alessandrii* y *N. obliqua*,

todas las cuales tienen un importante valor económico, reconocido por su excelente calidad de madera y su rápido crecimiento, aun en condiciones subóptimas (véase capítulos 8 y 19). La crítica situación de estas especies hace razonable proponer un programa de recuperación de los bosques que se encuentran prácticamente extinguidos en la Cordillera de la Costa de las regiones VI, VII y VIII. Un balance entre este tipo de bosques y los monocultivos de *Pinus radiata*, que actualmente dominan la región, contribuiría al aprovechamiento de los recursos de los bosques nativos, proporcionando al mismo tiempo nuevos hábitats para la fauna en peligro de extinción y una barrera natural contra la proliferación de pestes de herbívoros que afectan las plantaciones comerciales (Schlater y Murúa, 1992b). La conexión de los fragmentos de bosques nativos remanentes a través de "corredores" de vegetación natural promovería la ampliación de las poblaciones de especies amenazadas.

La preocupación por la biodiversidad de los bosques templados no sólo se relaciona con la protección de las especies silvestres y su hábitat, sino que se debería extender a la valoración y preservación de las culturas ligadas a estos ambientes (véase capítulo 20). Los conocimientos y tradiciones de las comunidades humanas vinculadas a bosques nativos pueden aportar elementos importantes para el diseño de políticas de manejo forestal sustentable.

3. ECOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN

Estudios recientes han documentado la importancia de las interacciones entre muchas especies de plantas del bosque templado austral y las especies animales que actúan como vectores de polen o semillas (capítulos 7 y 13). De los resultados de estos estudios se desprenden, al menos, dos conclusiones especialmente relevantes para la conservación y el manejo de los bosques templados. Por un lado, la destrucción de los hábitats forestados o su reemplazo por monocultivos exóticos, pueden reducir de modo importante las fuentes de alimentos para aves frugívoras y nectarívoras e insectos polinizadores de los árboles del bosque nativo, con consecuencias negativas para el flujo genético, particularmente entre poblaciones aisladas o fragmentadas. Por otro lado, la participación de animales, principalmente aves, en la diseminación de las semillas de muchas especies del bosque tiene consecuencias relevantes para el proceso de sucesión o ensayos de restauración de la vegetación. Se ha mostrado experimentalmente que el proceso de regeneración de especies postperturbación puede acelerarse, manteniendo algunos árboles que sirven de "paradero" o "percha" para las aves dispersantes de semillas (McClanahan y Wolfe, 1993; J. F. Hernández, datos no publicados). Este mecanismo es selectivo, favoreciendo la invasión de especies con frutos carnosos, y contribuye a una amplia diseminación de propágulos, enriqueciendo los bancos de semillas en el suelo de los bosques nativos.

Considerando la fragmentación creciente de los hábitats forestales en Chile, el papel de los agentes polinizadores y dispersantes de semillas en la mantención del flujo genético y de la capacidad de regeneración del bosque en sitios aislados se tornaría cada vez menos efectivo, debido a la disminución de sus poblaciones. Es necesario realizar mayores estudios de los efectos de la fragmentación del hábitat sobre las interacciones entre especies de plantas y animales (e.g., Willson *et al.*, 1994), y relacionarlos con estimaciones de los niveles de flujo y variabilidad genética en paisajes con diferentes grados de fragmentación (véase sección 2 de este capítulo). También sería útil realizar estudios comparativos del proceso de regeneración del bosque nativo en áreas abiertas ubicadas en la vecindad de otros bosques y en áreas relativamente aisladas, con el fin de evaluar la efectividad de los distintos agentes animales en la dispersión de semillas a larga distancia. Estudios realizados en islas del Archipiélago de Chiloé sugieren que la flora con frutos carnosos presenta una mayor capacidad de dispersión entre islas que la flora con otros modos de diseminación de semillas (Villagrán *et al.*, 1986). Respecto al flujo genético derivado de la polinización, llama la atención la absoluta falta de información sobre las especies de los bosques templados de Sudamérica.

4. DINÁMICA Y REGÍMENES DE PERTURBACIÓN

Entre los aspectos mejor conocidos de la ecología de los bosques templados australes se encuentra la dinámica de regeneración de los distintos tipos de bosque en respuesta a los regímenes de perturbación predominantes (véase capítulos 9 y 10). Esta información es crítica para la concepción y ejecución de planes de manejo con cosecha de madera en bosques nativos. Las perturbaciones naturales son determinantes del tipo de regeneración y de las especies que dominan el dosel del bosque secundario (surgido después de un evento de perturbación). En la medida en que los métodos de cosecha emulen los efectos del régimen de perturbaciones predominante en una localidad, los bosques se regenerarán más rápidamente, sin mayor esfuerzo de siembra, y con una composición de especies relativamente similar a la original.

Los estudios realizados en bosques chilenos y argentinos de la cordillera andina indican que la mayor parte de los tipos forestales dominantes son mantenidos por un régimen de perturbaciones a gran escala (grandes claros formados por derrumbes o incendios). En consecuencia, muchas de las especies arbóreas dominantes de los bosques andinos chilenos, tales como la mayoría de las especies de *Nothofagus*, y *Eucryphia cordifolia*, *Austrocedrus chilensis*, *Araucaria araucana* y *Fitzroya cupressoides*, son especies pioneras, intolerantes a la sombra y capaces de colonizar masivamente suelos relativamente pobres en nutrientes, frecuentemente sobre detri-

tus volcánico o roca desnuda (Veblen *et al.*, capítulo 9). Estos antecedentes sugieren que todas estas especies podrían ser utilizadas en programas de forestación a gran escala en sitios sin cobertura vegetal. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que en el largo plazo, el sotobosque sería invadido gradualmente por especies tolerantes (e.g., mirtáceas). Un sistema simple de cosecha, creando sitios abiertos de tamaño suficientemente grande (≥ 1.000 m^2), podría permitir la regeneración de las especies intolerantes, aunque se requieren ensayos experimentales para determinar los tipos de manipulación adecuados para obtener una determinada composición del dosel.

Los bosques dominados por especies tolerantes a la sombra, que cubren grandes extensiones de la Cordillera de la Costa (capítulo 10), podrían ser también manejados mediante técnicas que promuevan la regeneración de las especies dominantes del dosel. Estas especies presentan generalmente abundante "regeneración avanzada", es decir, bancos de plántulas y renovales en el sotobosque (Veblen *et al.*, 1981; Armesto y Figueroa, 1987; capítulo 10 de este libro). En la medida en que los métodos de cosecha no destruyan la regeneración avanzada, pequeños claros (≤ 400 m^2) formados por la caída de uno o unos pocos árboles favorecerían el desarrollo de estas especies, al mismo tiempo que limitarían el crecimiento de las especies intolerantes a la sombra. Claros de tamaños intermedios (entre 400 y 1.000 m^2) podrían favorecer la regeneración de especies con niveles de tolerancia intermedia como *Drimys winteri*, *Nothofagus nitida* y *Podocarpus nubigena*. Parece razonable suponer que prácticas de cosecha que generen combinaciones de claros de distintos tamaños, podrían permitir la creación de rodales mixtos con una composición de especies particular. Es necesario realizar ensayos experimentales de manejo de bosques costeros para someter a prueba estas hipótesis.

Finalmente, distintas formas de perturbación natural o antrópica que crean áreas abiertas > 400m^2, generan frecuentemente pequeños rodales coetáneos, a menudo casi monoespecíficos, con una alta densidad de individuos (Donoso, 1993b). Comúnmente estos rodales son dominados por especies relativamente intolerantes a la sombra y de rápido crecimiento. Dependiendo de la región, se encuentran, en áreas perturbadas, densos rodales pioneros de especies tales como *Nothofagus alpina*, *N. dombeyi* y, especialmente, *Drimys winteri*. Algunas mirtáceas, como *Luma apiculata*, también forman este tipo de rodales. El manejo de estos densos rodales pioneros, a base de una reducción del número de individuos por unidad de área, contribuiría a acelerar las tasas de crecimiento y permitiría una diversificación del dosel. Ensayos preliminares en pequeña escala, aplicando este tipo de manejo a rodales secundarios han dado resultados muy positivos (Donoso y Lara, capítulo 19; L. Otero, comunicación personal). Debido a la abundancia de rodales pioneros de especies nativas, y a que frecuentemente estos bosques secundarios son incendiados y reemplazados por praderas de mala calidad o plantaciones de especies exóticas, sería muy beneficioso promover el manejo de estos rodales con criterios ecológicos.

5. PROCESOS DEL ECOSISTEMA FORESTAL

Uno de los conceptos más relevantes para el manejo sustentable de los bosques es el de ecosistema (Bormann y Likens, 1979; Hornbeck y Swank, 1992). Bajo esta perspectiva, el bosque es un sistema constituido por varias interfases: la interfase entre el dosel y la atmósfera; la interfase entre los árboles (y las demás plantas) y el suelo, y la interfase entre la vegetación terrestre y los esteros que drenan las cuencas forestadas (véase capítulos 10, 16 y 17). Los procesos del ecosistema forestal son los flujos de nutrientes y agua a través de estas interfases, así como su absorción, almacenaje y reciclaje por la vegetación. Un ecosistema forestal puede ser definido en forma práctica por los límites de una cuenca hidrológica (Hedin y Campos, 1991). Para una cuenca relativamente pequeña (1-10 há) es posible estimar el balance hidrológico a través de mediciones simples de la precipitación y el flujo de agua a través del estero de drenaje, obteniendo la evapotranspiración por la diferencia entre estos valores. También es posible estimar los ingresos y egresos netos de elementos, midiendo su concentración en la precipitación y en el flujo de agua a través del estero. El conocimiento de los factores que afectan los ciclos hidrológicos y de elementos a través de una cuenca forestada es de importancia crucial para el manejo de este ecosistema y de los sistemas acuáticos adyacentes (véase capítulo 17).

Este conocimiento es extremadamente rudimentario en el caso de los ecosistemas forestales templados del sur de Chile y Argentina. Sin embargo, estudios en bosques templados en el hemisferio norte han demostrado las conexiones entre la productividad y los ciclos de nutrientes, y han documentado cómo modos particulares de utilización del bosque afectan dichos parámetros. Así, los resultados de estudios de ecosistemas forestales han fundamentado la exclusión definitiva de la tala rasa como método legítimo de cosecha en bosques en Norteamérica (Hornbeck y Swank, 1992). Estudios en cuencas forestadas proveen información necesaria para determinar los métodos y volúmenes de cosecha más apropiados, así como los períodos de rotación que permitan la recuperación del capital de nutrientes del ecosistema, manteniendo su productividad en el largo plazo. Considerando la utilidad de estos estudios, es urgente que las experiencias de manejo de bosques nativos incorporen el monitoreo del balance hidrológico y el ciclaje de elementos, usando el modelo de ecosistemas de cuencas forestadas (Hedin y Campos, 1991).

Los bosques chilenos constituyen un ambiente privilegiado para realizar investigaciones de los procesos biogeoquímicos (los flujos y transformaciones de elementos en los ecosistemas), debido a que los frentes de precipitación, provenientes del océano, son particularmente limpios de contaminantes. Esto permite contrastar los ciclos de elementos en condiciones muy poco perturbadas con los de los bosques templados del hemisferio norte, expuestos durante muchos años a una atmósfera contaminada por productos industriales, agrícolas y urbanos (Hedin *et al.*, 1995).

La limitada información disponible en el caso de bosques chilenos sugiere que se producen importantes cambios del balance hidrológico, especialmente en plantaciones de *Pinus radiata* debido a la elevada tasa de evapotranspiración, así como cuantiosas, aunque indeterminadas, pérdidas de nutrientes debido al uso de métodos de cosecha que provocan erosión del suelo orgánico (Lara *et al.*, capítulo 18 de este libro), y al roce de los residuos de la operación forestal. Estudios en algunas cuencas forestadas del hemisferio norte han mostrado que la incineración del detritus (hojarasca y restos leñosos) contribuye a reducir los capitales de nutrientes, debido al drenaje masivo de elementos, en particular nitrógeno y fósforo, a través de los esteros (Bormann y Likens, 1979; Vitousek y Matson, 1984), retardando significativamente los períodos de rotación. Estas pérdidas de nutrientes son acentuadas si se elimina la vegetación alrededor de los esteros de drenaje (Hornbeck y Swank, 1992). En los sitios intervenidos, el balance hidrológico puede permanencer alterado durante varios años, debido a la reducción de la evapotranspiración, que conduce a un aumento del caudal y drenaje de las cuencas, y anegamiento de los suelos de tierras bajas.

6. CRITERIOS ECOLÓGICOS PARA EL MANEJO FORESTAL

Los ecosistemas forestales deben ser reconocidos como fuentes de múltiples beneficios (bienes y servicios), muchos de los cuales la sociedad y los profesionales encargados del manejo han recién comenzado a apreciar. El aprovechamiento sostenido de los múltiples valores de un ecosistema forestal ha pasado a ser el objetivo de la silvicultura moderna (Hornbeck y Swank, 1992; Swanson y Franklin, 1992). Hemos destacado brevemente en este capítulo los valores ecológicos de los bosques nativos: como reservas de biodiversidad (e.g., variabilidad genética); como hábitat y fuente de alimento para especies de animales frugívoros y polinizadores de las plantas del bosque; como sistemas con gran capacidad de regeneración y de especies arbóreas únicas, con altas tasas de crecimiento; como reguladores del balance hidrológico y de la calidad del agua, y como sostenedores de la productividad a través de su ciclo de nutrientes. Los estudios ecológicos reunidos en este libro ilustran la importancia y complejidad de estos procesos, proporcionando a la vez los fundamentos para una silvicultura orientada a preservar las diversas funciones de los bosques nativos (Donoso, 1989c).

Sólo a través de la integración de criterios ecológicos en el manejo forestal será posible acercarse al objetivo de sustentabilidad de la silvicultura moderna. El uso de estos criterios adquiere mayor relevancia al considerar que gran parte de los bosques nativos y las áreas de mayor biodiversidad se encuentran fuera de los Parques y Reservas Nacionales (sección 2 de este capítulo). Recientemente, Armesto y Smith-

TABLA 21.2.
Algunos criterios ecológicos útiles para el diseño de métodos de manejo de bosques nativos (según Armesto y Smith-Ramírez, 1994c)

PROPOSICIÓN	EFECTO
No realizar tala rasa.	Favorecer la regeneración de especies con frutos carnosos en torno a árboles "percha", reducir erosión.
Mantener árboles muertos en pie o caídos, además de algunos árboles vivos.	Provisión de sitios de anidación y paradero para aves y hábitat de invertebrados.
Mantener tocones de especies con regeneración vegetativa.	Acelerar la regeneración.
No remover ni incinerar el detritus en los sitios explotados.	Facilitar la recuperación del capital de nutrientes del bosque y reducir el "lavado" de nutrientes.
Mantener un mosaico de áreas intervenidas y bosques de conservación conectados entre sí por corredores (e.g., ribereños).	Permitir la mantención de una mayor biodiversidad en un ambiente heterogéneo, reducir efectos de plagas sobre bosques productivos.

Ramírez (1994b) han propuesto cinco criterios simples (*Tabla 21.2*), cuya aplicación al manejo de bosques nativos con fines de cosecha de madera, podrían contribuir a reducir los efectos negativos sobre otros valores de estos ecosistemas. Estas proposiciones deben ser complementadas con otras, o modificadas, en la medida en que su aplicación al manejo de un ecosistema forestal específico sea evaluada en la práctica. Los planes de manejo deben tener el carácter de modelos experimentales, sujetos a ensayos en terreno y mejoramiento en fases posteriores de la operación.

Debido a las extensas escalas espaciales y temporales de los ensayos de manejo experimental de bosques, este propósito se ve limitado en la actualidad por la ausencia de un sistema de áreas de Bosques Experimentales del Estado, por lo cual su implementación en el futuro dependerá en gran medida de intereses privados. También atentan contra el monitoreo y evaluación experimental del manejo de bosques nativos, el régimen de financiamiento y evaluación de proyectos científicos, que normalmente está limitado a tres años (Armesto, 1990). A esto se debe agregar que gran cantidad de los recursos de investigación se canalizan a estudios sobre especies exóticas de interés comercial. Es urgente subsanar estas deficiencias, si Chile tiene el propósito de promover el manejo y la conservación de sus bosques nativos.

Agradecimientos
Agradecemos a Alberto Veloso, Irma Vila y Herman Núñez por su ayuda en la confección de las listas faunísticas del Apéndice. La preparación de este trabajo fue financiada por el Proyecto FONDECYT 92-1135 (JJA) y la Fundación A. W. Mellon (Nueva York, EE.UU.).

APÉNDICE 21.1.

Lista de especies de vertebrados de los bosques templados de Chile y su estado de conservación

A. PECES

Especie	*Distribución**	*Estado de conservación***
CLASE PECES		
FAMILIA GALAXIIDAE		
Brachygalaxias bullocki	Endémica	Vulnerable
Brachygalaxias gothei	Endémica	Vulnerable
Galaxias maculatus	Sudamérica austral	Vulnerable
Galaxias platei	Sudamérica austral	Vulnerable
Galaxias globiceps	Endémica	En peligro
FAMILIA APLOCHITONIDAE		
Aplochiton zebra	Sudamérica austral	Vulnerable
Aplochiton marinus	Endémica	Inadecuadamente conocida
Aplochiton taeniatus	Endémica	En peligro
FAMILIA CHARACIDAE		
Cheirodon pisciculus	Sudamérica austral	Vulnerable
Cheirodon galusdae	Endémica	Vulnerable
Cheirodon australe	Endémica	Vulnerable
Cheirodon kiliani	Endémica	Vulnerable
FAMILIA DIPLOMYSTIDAE		
Diplomystes chilensis	Sudamérica austral	En peligro
Diplomystes camposensis	Endémica	En peligro
Diplomystes nahuelbutensis	Endémica	En peligro
TRICHOMYCTERIDAE		
Trichomycterus chiltoni	Endémica	En peligro
Bullockia maldonadoi	Endémica	Vulnerable
Hatcheria macraei	Sudamérica austral	Rara
FAMILIA NEMATOGENYDAE		
Nematogenys inermis	Sudamérica austral	En peligro
FAMILIA PERCICHTHYDAE		
Percichthys trucha	Sudamérica austral	Vulnerable
Percichthys melanops	Sudamérica austral	En peligro
Percilia gillissi	Sudamérica austral	Vulnerable
Percilia irwini	Endémica	En peligro
FAMILIA ATHERINIDAE		
Cauque mauleanum	Sudamérica austral	Vulnerable
Cauque sp.	—	Vulnerable
Basilichthys australis	Sudamérica austral	Vulnerable

* = Mann (1954), Arratia (1981).
** = Glade (1993).

Continúa...

Apéndice 21.1. (Continuación)

B. ANFIBIOS

Especie	*Distribución**	*Estado de conservación***
CLASE AMPHIBIA		
FAMILIA BUFONIDAE		
Bufo chilensis	Sudamérica austral	Vulnerable
Bufo rubropunctatus	Endémica	Vulnerable
Bufo variegatus	Sudamérica austral	Inadecuadamente conocida
FAMILIA LEPTODACTYLIDAE		
Caudiverbera caudiverbera	Sudamérica austral	Vulnerable
Pleurodema bufoniana	Sudamérica austral	
Pleurodema thaul	Sudamérica austral	
Alsodes barrioi	Endémica	Rara
Alsodes monticola	Endémica	
Alsodes vanzolinii	Endémica	Vulnerable
Alsodes verrucosus	Endémica	Inadecuadamente conocida
Atelognathus grandisonae	Endémica	Inadecuadamente conocida
Batrachyla antarctandica	Endémica	
Batrachyla leptopus	Endémica	
Batrachyla taeniata	Sudamérica austral	Vulnerable
Eupsophus calcaratus	Endémica	
Eupsophus coppingeri	Endémica	Rara
Eusopus contulmoensis	Endémica	
Eusophus emiliopugini	Endémica	
Eupsophus insularis	Endémica	Rara
Eupsophus migueli	Endémica	En peligro
Eupsophus roseus	Endémica	
Eupsophus vertebralis	Endémica	
Eupsophus vittatus	Endémica	
Hylorina sylvatica	Endémica	Inadecuadamente conocida
Insuetophrynus acarpicus	Endémica	En peligro
Telmatobufo australis	Endémica	Rara
Telmatobufo bullocki	Endémica	Rara
Telmatobufo venustus	Endémica	Rara
FAMILIA PIPIDAE		
Rhinoderma darwini	Endémica	Vulnerable
Rhinoderma rufum	Endémica	En peligro

* = Cei (1962); Veloso y Navarro (1988); Meserve y Jaksić (1991).
** = Glade (1993).

Continúa...

Apéndice 21.1. (Continuación)

C. REPTILES

Especie	*Distribución**	*Estado de conservación***
CLASE REPTILIA		
FAMILIA GECKONIDAE		
Diplolaemus leopardinus	Sudamérica austral	
FAMILIA IGUANIDAE		
Liolaemus chiliensis	Sudamérica austral	Vulnerable
Liolaemus cyanogaster	Endémica	
Liolaemus lemniscatus	Sudamérica austral	Vulnerable
Liolaemus lineomaculatus	Sudamérica austral	Rara
Liolaemus monticola	Sudamérica austral	
Liolaemus nitidus	Sudamérica austral	Vulnerable
Liolaemus pictus	Endémica	
Liolaemus tenuis	Sudamérica austral	
Pristidactylus alvaroi	Endémica	
Pristidactylus torquatus	Endémica	
Pristidactylus valeriae	Endémica	Rara
FAMILIA COLUBRIDAE		
Philodryas chamissonis	Sudamérica austral	Vulnerable
Tachymenis chilensis	Sudamérica austral	Vulnerable

* = Donoso Barros (1966); Valencia y Veloso (1981); Veloso y Navarro (1988); Meserve y Jaksić (1991).
** = Glade (1993).

D. AVES

Especie	Distribución*	Estado de conservación**
CLASE AVES		
FAMILIA ACCIPITRIDAE		
Accipiter bicolor	Panamericana	Rara
Buteo polyosoma	Sudamérica	
Buteo ventralis	Endémica	Rara
Geranoetus melanoleucus	Sudamérica	
FAMILIA CATHARTIDAE		
Cathartes aura	Panamericana	
Coragyps atratus	Panamericana	
Vultur gryphus	Sudamérica	

Continúa...

Apéndice 21.1. (Continuación)

Especie	*Distribución**	*Estado de conservación***
FAMILIA FALCONIDAE		
Milvago chimango	Sudamérica austral	
Phalcoboenus albogularis	Sudamérica austral	
Polyborus plancus	Panamericana	
FAMILIA STRIGIDAE		
Bubo virginianus	Panamericana	
Glaucidium nanum	Sudamérica austral	
Strix rufipes	Sudamérica austral	Inadecuadamente conocida
FAMILIA THRESKIORNITIDAE		
Theristicus caudatus	Sudamérica	Vulnerable
FAMILIA COLUMBIFORMES		
Columba araucana	Sudamérica	Vulnerable
FAMILIA PSITTACIDAE		
Enicognathus ferrugineus	Endémica	
Enicognathus leptorhynchus	Endémica	Vulnerable
FAMILIA TROCHILIDAE		
Patagona gigas	Sudamérica	
Sephanoides galeritus	Sudamérica austral	
FAMILIA PICIDAE		
Campephilus magellanicus	Endémica	Vulnerable
Colaptes pitius	Sudamérica austral	
Picoides lignarius	Sudamérica austral	
FAMILIA EMBERIZIDAE		
Curaeus curaeus	Sudamérica austral	
Zonotrichia capensis	Panamericana	
FAMILIA FRINGILLIDAE		
Carduelis barbatus	Sudamérica austral	
Phrygilus patagonicus	Endémica	
FAMILIA FURNARIIDAE		
Apharstura spinicauda	Endémica	
Leptasthenura aegithaloides	Sudamérica austral	
Pygarrhychas albogularis	Endémica	
Sylviorthorrhynchus desmursii	Endémica	

Continúa...

Apéndice 21.1. (Continuación)

Especie	*Distribución**	*Estado de conservación***
FAMILIA HIRUNDINIDAE		
Pygochelidon cyanoleuca	Sudamérica	
Tachycineta leucopyga	Sudamérica austral	
FAMILIA MUSCICAPIDAE		
Turdus falcklandii	Sudamérica austral	
FAMILIA PHYTOTOMIDAE		
Phytotoma rara	Sudamérica austral	
FAMILIA RHINOCRYPTIDAE		
Eugralla paradoxa	Endémica	
Pteroptochos castaneus	Endémica	
Pteroptochos tarnii	Endémica	
Scelorchilus rubecula	Endémica	
Scytalopus magellanicus	Sudamérica austral	
FAMILIA TROGLODYTIDAE		
Troglodytes aedon	Panamericana	
FAMILIA TYRANNIDAE		
Anairetes parulus	Sudamérica austral	
Colorhamphus parvirostris	Endémica	
Elaenia albiceps	Sudamérica austral	
Pyrope pyrope	Sudamérica austral	

* = Rozzi *et al.*, capítulo 7 de este libro.
** = Glade (1993).

E. MAMÍFEROS

Especie	*Distribución**	*Estado de conservación***
CLASE MAMMALIA		
FAMILIA MICROBIOTHERIIDAE		
Dromiciops australis	Endémica	Rara
FAMILIA CAENOLESTIDAE		
Rhyncolestes raphanurus	Endémica	En peligro

Continúa...

Apéndice 21.1. (Continuación)

Especie	*Distribución**	*Estado de conservación***
FAMILIA VESPERTILIONIDAE		
Myotis chiloensis	Sudamérica austral	
Histiotus montanus	Sudamérica austral	
Lasiurus borealis	Sudamérica	
FAMILIA MOLOSSIDAE		
Tadarida brasiliensis	Panamericana	
FAMILIA CRICETIDAE		
Abrothrix longipilis	Sudamérica austral	Inadecuadamente conocida
Abrothrix olivaceus	Sudamérica austral	
Abrothrix sanborni	Endémica	
Abrothrix xanthorhinus	Endémica	
Chelemys macronyx	Sudamérica austral	
Geoxus valdivianus	Endémica	Rara
Phyllotis darwini	Sudamérica austral	
Auliscomys micropus	Sudamérica austral	
Irenomys tarsalis	Endémica	
Perseanomys annectens	Endémica	
Oryzomis longicaudatus	Sudamérica austral	
FAMILIA MYOCASTORIDAE		
Myocastor coypus	Sudamérica austral	Fuera de peligro
FAMILIA OCTODONTIDAE		
Octodon bridgesi	Sudamérica austral	Vulnerable
Aconaemys fuscus	Sudamérica austral	Rara
FAMILIA CANIDAE		
Pseudalopex culpaeus	Sudamérica austral	Inadecuadamente conocida
Pseudalopex fulvipes	Endémica	Vulnerable
Pseudalopex griseus	Sudamérica austral	Inadecuadamente conocida
FAMILIA FELIDAE		
Felis colocolo	Sudamérica	En peligro
Felis concolor	Panamericana	Vulnerable
Felis geoffroyi	Sudamérica austral	En peligro
Felis guigna	Endémica	En peligro
FAMILIA MUSTELIDAE		
Galictis cuja	Sudamérica austral	Vulnerable
Conepatus chinga	Sudamérica austral	Amenaza indeterminada
Lutra provocax	Endémica	En peligro

Continúa...

Apéndice 21.1 (Continuación)

Especie	*Distribución**	*Estado de conservación***
FAMILIA CAMELIDAE		
Lama guanicoe	Sudamérica	Vulnerable
FAMILIA CERVIDAE		
Hippocamelus bisulcus	Sudamérica austral	En peligro
Pudu pudu	Endémica	Vulnerable

* = Osgood (1943); Murúa, capítulo 6 de este libro.
** = Glade (1993).