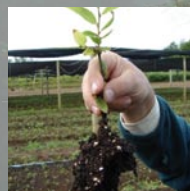
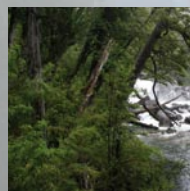
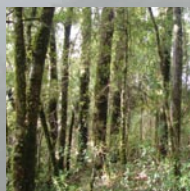
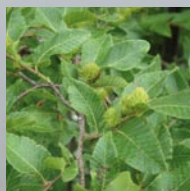
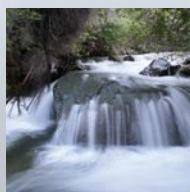


SILVICULTURA DEL BOSQUE NATIVO CHILENO, FUNCIÓN HISTÓRICA Y OPCIONES FUTURAS SOBRE LA BASE DE MANEJO SUSTENTABLE



HANS GROSSE¹
Editor

¹Dr. Silvicultura. Instituto Forestal, Sede Bío-Bío. Casilla 109-C, Concepción, Chile. (hgrosse@infor.cl)

Registro Propiedad Intelectual:

ISBN: 978.956-318-019-0

Primera edición: Diciembre 2009.

Diseño y diagramación: Fucoa, Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura del Agro.

Impresión: Santiago de Chile.

El editor agradece al apoyo prestado por la directora del proyecto y gerente de Sede Diaguítas de INFOR, Sra. Sandra Perret para la actualización de información en terreno y su gestión a nivel ministerial y administrativa del mismo. Además agradece el valioso aporte de los señores Braulio Gutiérrez en la complementación de los temas relacionados con la genética de plantas; Alejandro Lucero en la lectura y recomendaciones para la mejora del texto y gráficos y Mathias Grosse en la medición de ensayos y experiencias de terreno.



CHILE
POTENCIA ALIMENTARIA Y FORESTAL



Instituto Forestal
www.infor.cl

PRÓLOGO	9
---------	---

PARTE I

FUNCIÓN HISTÓRICA Y ACTUAL DE LOS BOSQUES NATIVOS

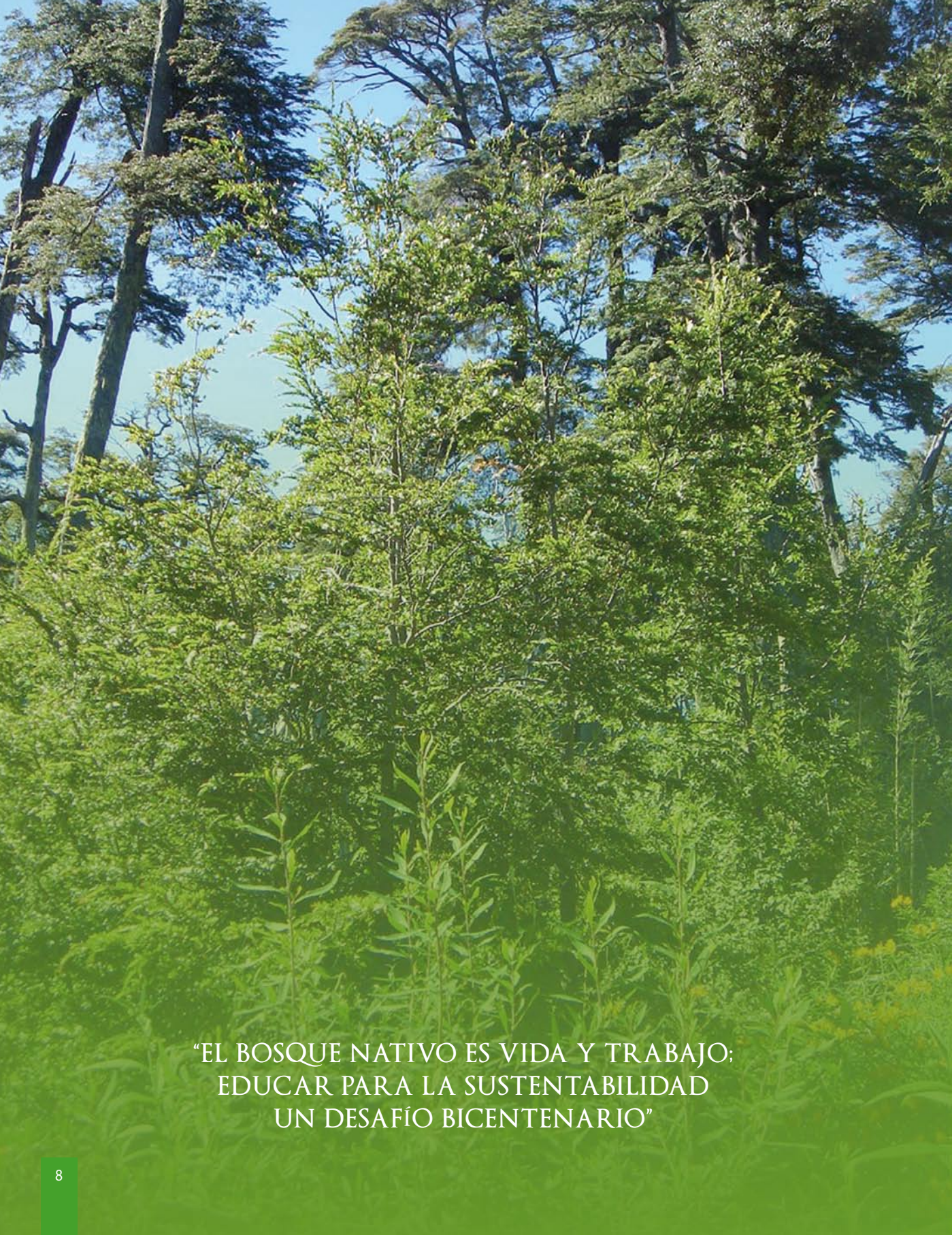
I. EL BOSQUE NATIVO DESDE LA ÉPOCA PREHISPÁNICA HASTA LA ACTUALIDAD	II
<i>HANS GROSSE</i>	
1.1 Chile prehispánico	13
1.2 Descubrimiento	13
1.3 Dominación española	13
1.3.1 La Conquista	13
1.3.2 La Colonia	14
1.4 Independencia	16
1.5 La República	16
1.5.1 Etapa republicana	16
1.5.2 República parlamentaria	19
1.5.3 República presidencial	20
1.7 Régimen militar	23
1.8 Transición a la democracia y democracia	24
1.9 Discusión	25
1.10 Bibliografía	26
2. CONSIDERACIONES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE BOSQUES MIXTOS	27
<i>HANS GROSSE</i>	
2.1 Estructuras	29
2.2 Características de los bosques mixtos estructurados	30
2.3 El crecimiento aditivo	31
2.4 Bibliografía	32
3. SERVICIOS AMBIENTALES	33
<i>ENRIQUE VILLALOBOS</i>	
3.1 Participación en el ciclo de carbono	37
3.2 Funciones hidrológicas	38
3.3 Importancia de la biodiversidad	39
3.4 Regulación de desastres naturales	40
3.5 Valorización de los recursos naturales y opciones de mercado para los servicios ambientales	41
3.6 Desafío para el futuro	46
3.7 Bibliografía	47

PARTE II

SILVICULTURA DE LOS BOSQUES NATIVOS

4.	LA REGENERACIÓN	49
	<i>HANS GROSSE</i>	
4.1	El establecimiento de la regeneración	51
4.1.1	La regeneración natural	52
4.1.2	La regeneración artificial	53
4.1.2.1	La calidad de la planta	53
4.1.2.2	Origen de la semilla y mejoramiento genético	55
4.1.2.3	Período y técnica de establecimiento	58
4.2	La complementación entre regeneración natural y artificial	61
4.3	El manejo de la regeneración	63
4.3.1	Cortas de liberación	63
4.3.2	Cortas de limpieza	65
4.4	Bibliografía	65
5.	SILVICULTURA DE BRINZALES Y LATIZALES	67
	<i>HANS GROSSE</i>	
5.1	Estrategia de las cortas intermedias	69
5.2	Clareo y raleo	70
5.2.1	Clareo	71
5.2.2	Raleo	71
5.2.2.1	La calidad del rodal	72
5.2.2.2	Manejo y aplicación oportuna	73
5.2.2.3	La capacidad de ocupación del sitio	75
5.2.2.4	La clasificación de los árboles	77
5.2.2.5	El árbol futuro	77
5.2.2.6	Raleo por lo alto	78
5.2.2.7	Raleo por lo bajo	79
5.2.2.8	Raleo selectivo	79
5.2.2.9	Raleo en grupos	79
5.2.2.10	Raleo mecánico	82
5.2.2.11	Raleo libre	82
5.3	Cortas sanitarias y de recuperación	82
5.4	La poda y su impacto sobre la calidad y sanidad de los árboles	83
5.4.1	Poda natural	84
5.4.2	Poda artificial	85
5.5	Bibliografía	88

6. CORTAS DE REGENERACIÓN Y COSECHA EN FUSTALES	91
<i>HANS GROSSE</i>	
6.1 Tala rasa	93
6.2 Corta de protección	94
6.2.1 La corta de protección uniforme o aclareos sucesivos	94
6.2.2 Corta en hoyos de luz	96
6.2.3 Corta en fajas	101
6.3 Corta de selección	103
6.4 Bibliografía	105
7. EL BOSQUE ADULTO	107
<i>HANS GROSSE</i>	
7.1 El bosque primario inalterado	109
7.2 El bosque primario alterado y propuestas para su recuperación	110
7.3 Bibliografía	112
8. BOSQUES SEMINATURALES	113
<i>HANS GROSSE</i>	
8.1 Primeras experiencias con bosques seminaturales	115
8.2 Aplicaciones en Chile	116
8.3 Manejo de la invasión indeseada al bosque nativo	118
8.4 Bibliografía	118
9. ANEXOS	119
9.1 Glosario	121
9.2 Especies forestales y arbustivas indicadas en el texto	128
9.3 Siglas	129
9.4 Tipos Forestales del bosque nativo chileno	131
9.5 Etapas de desarrollo del bosque y sus tratamientos	134

A photograph of a dense forest. The foreground is filled with vibrant green plants, including several tall, slender stalks with pointed leaves. The middle ground is a thick canopy of green foliage. In the background, several tall, thin trees with dark trunks and green crowns rise against a clear blue sky. The overall scene is bright and healthy, representing a thriving natural environment.

“EL BOSQUE NATIVO ES VIDA Y TRABAJO;
EDUCAR PARA LA SUSTENTABILIDAD
UN DESAFÍO BICENTENARIO”

PRÓLOGO

Durante esta gestión concretamos uno de los principales objetivos ambientales que nos trazamos como Concertación el año 1989: contar con una ley para el bosque nativo. Así construimos un nuevo Chile, que respeta, conserva y fortalece su patrimonio natural y forestal. Un Chile que integra miradas y combina la producción con la conservación, que hace un uso sustentable de sus bosques nativos. Un Chile que abre espacios para que los pequeños propietarios se inserten como actores productivos de los bosques y para fortalecer la participación de productores medianos y grandes.

Estamos frente a una ley que, como pocas, beneficia a muchos chilenos y chilenas. De hecho, es probable que en estos días no exista prácticamente ninguna familia chilena donde alguno de sus miembros no vaya a recibir los beneficios de esta ley. Mucha gente de las ciudades disfrutará de los paisajes, aguas, fauna, flora y esparcimiento que generan los bosques nativos y que esta ley protegerá y estimulará. Están también los pobladores de áreas forestales nativas que obtendrán empleos e ingresos y muchas ciudades y actividades económicas, entre ellas la salmonicultura que se beneficiarán de la provisión de aguas de alta calidad que genera el adecuado manejo de los bosques.

Es necesario ponderar el valor de nuestros bosques nativos, que son de los más valiosos y escasos del globo, reconocidos en diversos estudios por su singularidad, constituyendo una de las 34 áreas del planeta que presentan mayor urgencia de conservación. Esto debido a su elevado nivel de endemismo, que se refleja en que más de un 30% de los géneros de los árboles y arbustos que lo constituyen, se desarrollan exclusivamente en esta Eco-región. Los ecosistemas nativos incluyen además, diez especies leñosas en peligro de extinción y varias especies de aves y mamíferos.

El país ha sido testigo de que hemos sido capaces de avanzar en democracia y hacer viable lo que parecía imposible: destrabar el proyecto de Ley de Bosque Nativo, lograr acuerdos para su aprobación y concretar su implementación, haciendo de Chile un país más sustentable.

Los invito a seguir la lectura de este libro “Silvicultura del Bosque Nativo Chileno”, elaborado por investigadores del Instituto Forestal (INFOR) en el marco del programa “Mejoramiento de la Competitividad del Sector Forestal mediante la formación de profesores de liceos polivalentes forestales y madereros”, que considera el desarrollo inclusivo para disminuir la brecha sociocultural en el mundo rural y la promoción del uso sustentable de los recursos naturales renovables y protección de la biodiversidad. En sus páginas, miles de estudiantes descubrirán el enorme valor del bosque nativo; el mismo que guardan nuestros árboles para el desarrollo y proyección de Chile.

MARIGEN HORNKOHL
Ministra de Agricultura

A lush green forest with a river and a waterfall in the background. The scene is filled with dense foliage, including large trees with thick trunks and smaller trees with vibrant green leaves. In the background, a river flows over rocks, creating a waterfall. The overall atmosphere is serene and natural.

PARTE I

FUNCIÓN HISTÓRICA Y ACTUAL DE LOS BOSQUES NATIVOS

1.

EL BOSQUE NATIVO DESDE LA ÉPOCA PREHISPÁNICA
HASTA LA ACTUALIDAD

Hans Grosse

EL BOSQUE NATIVO DESDE LA ÉPOCA PREHISPÁNICA HASTA LA ACTUALIDAD

Hans Grosse

1.1 Chile prehispánico

Durante la época prehispánica Chile estaba habitado en el Norte Grande por atacameños y aymaras, en el Norte Chico por diaguitas, changos en la costa septentrional, mapuches en el valle central hasta el seno de Reloncaví, y tehuelches, chonos, alacalufes, onas y yaganes en la Patagonia. Su vida se sustentaba en la agricultura y la ganadería, manteniendo una estrecha relación de equilibrio con la naturaleza, la cual se respetaba profundamente. Los mapuches aprovechaban las vegas y mallines para practicar la agricultura más intensiva; en los bosques y montañas se cazaba, se recolectaban frutos silvestres y se practicaba una agricultura migratoria o de claros de bosques (shifting cultivation). Ésta consistía en el desmonte de dos a tres hectáreas para cultivar esa superficie durante dos a tres años seguidos y luego permitir la regeneración del bosque durante quince a veinte años, en que los suelos recuperaban su fertilidad (Otero, 2006). En esa época la población total del territorio alcanzaba a alrededor de un millón de personas, que se concentraban en un 80% en la zona sur, entre el río Bío-Bío y Chiloé, viviendo en tribus o bandas, sin ejercer una presión desequilibrante para el medioambiente y los bosques (Wikipedia, 2009).

1.2 Descubrimiento

Cuando el 1 de noviembre de 1520, Hernando de Magallanes descubre el estrecho que posteriormente llevó su nombre, comienza el la exploración de Chile. Es Diego de Almagro quien logra incursionar primero hasta el valle de Copiapó, en 1536, avanzando posteriormente

hasta la confluencia de los ríos Ñuble e Itata, donde se enfrenta con los indígenas liderados por el cacique Vitacura. Así, es el primer español que ve gran parte de un Chile en equilibrio con la naturaleza y atractivo para el futuro desarrollo humano, lo que seguramente se ve opacado, para él, por no cumplir con el descubrimiento del soñado "El Dorado".

1.3 Dominación española

1.3.1 La Conquista

Una segunda expedición realizada en 1540, a cargo de Pedro de Valdivia, conduce a la toma de posesión del valle de Copiapó, avanzando por el valle del Aconcagua, donde no puede ser detenido por el cacique Michimalonco, para luego fundar, el 12 de febrero de 1541, la ciudad de Santiago. Ésta es casi destruida por completo por el mismo cacique el 11 de septiembre de 1541.

Al poco tiempo el país parece pacificado, con la fundación de las ciudades de La Serena (1544), Concepción (1550), La Imperial (1552), Valdivia (1552) y Villarrica (1553). Sin embargo los mapuches se resisten, lo que cuesta la vida a Pedro de Valdivia, lleva a la destrucción de todas las ciudades al sur del río Bío-Bío en el año 1598, y se mantiene la dominación indígena al sur de esa zona.

Ya en esa época surge la primera noticia sobre la destrucción de bosques, que lamentablemente se repetiría cada vez con mayor frecuencia a futuro.

El Ayuntamiento de Santiago suscribe el 12 de febrero de 1557 la siguiente acta: "*E otro sí, por*

cuanto son informados que en el monte de la ciudad que está señalando por los bosques de ella, se han cortado y se corta muy grande cantidad de madera, y si de aquí adelante no se remediara, se acabaría de destruir y talar todo dicho monte. En consecuencia se establecen \$50 oro por cada árbol cortado sin permiso."

Motiva esta decisión la carencia de maderas para la construcción y leña: *"Agotados los márgenes del Mapocho, el estero de Pudahuel, Colina y La Dehesa, los vecinos iban lejos, a las riberas del Maipo y a San Miguel, en busca de maderas y combustible"* (cit. de Elizalde, 1958).

1.3.2 La Colonia

A partir de 1589 comienza el período de la Colonia, que dura más de dos siglos. El Reino de Chile controla básicamente el valle central hasta el río Maule, dependiendo del Virrey del Perú y, circunstancialmente, de forma directa del Rey de España. Durante este período el Reino se encuentra permanentemente en conflicto a través de la guerra de Arauco, pasando por etapas de alta beligerancia, guerra ofensiva, guerra defensiva y parlamentos. Durante la segunda mitad del siglo XVII los gobernadores españoles tienen que enfrentarse en repetidas ocasiones con corsarios ingleses.

La actividad económica se concentra durante el siglo XVII en la producción de sebo, cuero y charqui, como principales productos a exportar a Perú.

Durante el siglo XVII, una nueva estructura social agraria permite un amplio desarrollo de la agricultura, convirtiéndose Chile en el granero de Perú.

A pesar de estos incipientes desarrollos en el tema agrícola ganadero, los paisajes y bosques de Chile aún muestran poca alteración. Muy por el contrario, las escasas descripciones sobre

éstos abundan en alabanzas, como las descritas a continuación:

El soldado español y abogado de reformas en la conducta de la guerra de Arauco, **González de Nájera**, que estuvo en Chile entre 1600 y 1607, refiriéndose a la región pacificada al norte del Maule dice: *"Es toda aquella tierra tan fértil y abundante de mantenimientos en todas las partes que se cultivan y benefician, que casi todos los de las tierras de paz y pobladas, comen de balde."* Referente a los árboles, su abundancia y potencialidad económica, comenta: *"están todas las provincias pobladas de montes ó bosques de variedad de especies de árboles apropiados para todo género de maderame y tablazón"*, y refiriéndose a las primeras exportaciones, expresa que *"de que por su abundancia había saca para el Pirú, así para edificios como para fabricar navíos"*. Referente a la calidad, destaca al ciprés de la cordillera diciendo que *"muchos de la cual madera es incorruptible y olorosa, como son los cipreses y otros exquisitos árboles"*. También hace referencia a las palmeras de Chile central, los gruesos arrayanes y las araucarias.

El **padre Alonso de Ovalle** (1603-1651) en su *"Histórica Relación del Reyno de Chile"* refiriéndose al río Andalién, con su naturaleza aún intacta, escribe tomando en cuenta la estética del paisaje: *"En la espaciosa y alegre bahía de Concepción, desemboca el grave y reposado Andalién a treinta y seis grados, y tres quartos, y otro Rio menor, que pasa por dentro de la ciudad, despeñándose primero de una alta quebrada, por donde viene ofreciéndose a la industria humana para labrar sobre el alegres fuentes, entre mil amenidades y bosques de laureles, mirtos y otros árboles de extremada fragancia, y olor, que desde lo alto vienen hermooseando sus riberas a gran trecho"*.

Refiriéndose a la potencialidad maderera de ciertas especies, también destaca al ciprés de la cordillera diciendo: *"nacen estos arboles mas ordinariamente en las quebradas de la cordillera, y como estas son tan profundas, son muy crecidos los cipreses, porque dexan de subir, y crecer hasta carearse con el Sol, y*

alli salen derechos como un cirio, y es de tan lindo olor, y tan preciosa esta madera, que con haber tanta se vende a bien subido precio, y a mayor en el Perú, donde tambien se lleva juntamente con la de alerce, pero vale esta menos, porque hay mucha mas abundancia". Luego alaba las características del alerce de Chiloé, además de destacar las características de la madera duraminizada de roble respecto de su incorruptibilidad. Refiriéndose a las pataguas, compara la especie con el olmo y describe su madera como más ordinaria y blanca, destacando la hermosura de este árbol que permanece verde todo el año. También describe al guayacán, que *"se cría en los montes y cordillera"*, resaltando la dureza de su madera.

El **padre Miguel de Olivares** (1713-1793), destaca la fertilidad de las tierras chilenas, relacionándolas con el clima benigno de la zona central, diciendo: *"esta benignidad del cielo de Chile tiene natural influencia en la fecundidad del suelo, que se enriquece con los frutos de las rejiones mas felices del universo: los trigos son de varias especies, todas selectas, los vinos mui generosos, las carnes mui sabrosas, las frutas en aquel punto de sazón que las hace mas suaves, y todo en tan crecida copia, que los mas encarecidos hipérboles quedan mui atrás de la realidad. Si se habla del trigo, lo vuelve la tierra agradecida a una negligente altura con tanto logro que en muchas partes rinde a ciento y en no mui pocas a ciento y cincuenta por uno, sin que se haya terreno alguno en todo este reyno que se muestre del todo ingrato al beneficio"*.

El **padre Diego de Rosales** (1601-1677), en su "Historia General del Reyno de Chile", escribe: *"Los árboles y espesos bosques que producen las serranías y valles de este Reyno, son en todas partes espesísimos y crecen más y se multiplican con mayor lozanía en las tierras de mayor altura polar, como Queule, Valdivia, Toltén, Osorno y Chiloé"*.

Destaca las especies nativas para sus diversos usos, ya sean madereros y no madereros: *"Entre la numerosa población de estas selvas ay muchos árboles no menos provechosos para los edificios de*

las casas y fabricas de los navios que utiles para la medicina y salud de los enfermos".

Referente al alerce, relata: *"Es grande la corpulencia y la altura del alerce, descollándose sobre todo el bosque"*, e insistiendo en sus dimensiones referente a la faena de corta, pues *"y a un mismo tiempo suelen trabajar doze hombres en cortarle con sus achas, sin estorvarse los unos a los otros"*. Las araucarias las describe como pinos *"robustos y descollados, el tronco grueso y todo lleno de nudos como escamas"*. Sobre la palma chilena dice que *"hay muchas en la comarca de Santiago"*. Ubica al guayacán en *"los terminos de la ciudad de Santiago"* y lo describe diciendo que *"su madera es fortíssima y dura para obras de dura, curiosas y perpetuas"*. Referente a la patagua la describe de *"madera amarilla, muy dura, aunque corruptible y que se gasta mucha en Santiago para los edificios, puertas y ventanas"*. También destaca para la construcción al roble, diciendo que *"la madera es la mas usual para los edificios, por ser tan fuerte y durable, tanto, que ay algunos robles que llaman pellin que son colorados todos debaxo de la corteza y incorruptibles, que ni el agua ni debaxo de tierra se pudren ni carcomen, antes se conservan en el agua mas colorados y mas frescos"*. El mañío lo describe como *"un arbol de especie de alerce, blanco, oloroso, recio y correoso."*

Agrega una frase que tiene que ver con el tema bélico entre españoles y la población indígena:

"Y estos bosques han sido las más inexpugnables fortalezas donde los indios se han defendido, porque en ellas se meten cuando los van a buscar los españoles".

El **abate Juan Ignacio Molina** (1740-1829) en su ensayo sobre la historia natural del año, dice refiriéndose a Chile: *"presenta de hecho, por todas partes, la vegetación más vigorosa y abundante. Las llanuras, los valles y casi todas las alturas se ven revestidas de árboles bellísimos, que en su mayoría jamás pierden el verdor de las hojas. Aquellos fértiles terrenos se recubren de innumerables plantas*

anuales en las respectivas estaciones.” Referente a la navegabilidad de los ríos, indica que “el curso de estos ríos es bastante corto, dada la estrechez del país; hay algunos que son navegables por barcos de línea, al menos hasta la mitad de su curso. Ellos son: Maule, en la provincia homónima; Bío-Bío, de más de dos millas de ancho, Cautín; Toltén; Valdivia, en tierras araucanas; Chaivín; Río Bueno, que atraviesa a la región de cuncos, y Sin-Fondo, que desemboca en el archipiélago de Chiloé.”

Los antecedentes entregados principalmente por los padres jesuitas describen la naturaleza de Chile llena de potencialidades y abundancia. Los bosques se presentan como recurso inagotable y nadie considera algún manejo que llevara a su proyección sustentable. Muchas de las especies nativas que entonces se utilizaban en la construcción, actualmente ya no están disponibles para este fin. La patagua aparece hoy en día como una curiosidad para fines constructivos, por la baja existencia de estos árboles y más aún por sus pequeñas dimensiones. Los robles apellidados en la actualidad se rescatan más bien como vigas de alguna construcción antigua, donde aún permanecen, más que de bosques que presentan la edad suficiente para producir tanto duramen. El tan nombrado guayacán también ha pasado a ser más bien una curiosidad con sus hermosas maderas duras, que un recurso abundante en los alrededores de Santiago. El abuso explotador de antaño lleva a que el ciprés de la cordillera dejara de ofrecer volúmenes comercialmente atractivos, mientras que para la araucaria y el alerce se prohíbe y restringe severamente su explotación. Entonces, la situación actual dista mucho de aquella época, cuando se exportaban estas maderas al Perú y no existía temor alguno de que el recurso pudiera terminarse. Más aún, durante la época de la Colonia la significativa disminución de la población indígena, debido a guerras y enfermedades, implica el abandono de gran parte del territorio entre el río Imperial y Chiloé, lo que lleva a la colonización de los antiguos campos de cultivos por bosques y en definitiva a un aumento de la superficie de estos (Otero, 2006).

No es de extrañar que en esa época los suelos, aún carentes o con bajo grado de erosión, entregaran altos rendimientos para los cultivos agrícolas. La navegabilidad de los ríos es fiel testimonio de que aún no se producía sedimentación significativa en sus lechos y su navegabilidad se mantenía intacta.

1.4 Independencia

El período de la Independencia comienza el 18 de septiembre de 1810, con la Primera Junta Nacional de Gobierno, y durante dos decenios es marcado por los difíciles ajustes que implica la organización de este nuevo *status* para el país. La preocupación reinante se concentra en mantener el poder recién conquistado y definir qué grupo lo manejaría. El período, además, es marcado por problemas económicos y no es el momento para reflexionar sobre los recursos naturales.

1.5 La República

El período de la República está marcado por distintas etapas, pasando por su organización, la etapa conservadora, liberal, parlamentaria y presidencial. Para ordenar en lapsos históricos más entendibles en lo referente a su relación con la naturaleza, se presenta separada en la etapa Republicana, durante la cual el poder del Presidente pasa por distintas etapas de poder con el parlamento, y la Republicana presidencial, diferenciándose esta última en que el Presidente definitivamente asume un poder mayor en el Gobierno.

1.5.1 Etapa Republicana

Durante el período de la República se produce su organización y se pasa por los períodos de la república conservadora, liberal y parlamentaria, comenzando el año 1831 con el Presidente José Joaquín Prieto y terminando en el año 1925 a través de la nueva constitución.

Durante este largo período, Chile está marcado por el desarrollo económico, graves problemas sociales y destrucción masiva de los bosques.

El descubrimiento, en el año 1832, del mineral de plata de Chañarcillo en las cercanías de Copiapó y, simultáneamente, la venta de trigo hacia mercados externos, permiten durante la República conservadora, que termina el año 1861, avances en términos de la cultura, infraestructura y ocupación de los territorios. Durante este período se inaugura la Universidad de Chile, comienza un auge cultural con la Sociedad Literaria de 1842, se construyen vías ferroviarias y caminos, se ocupa el país en las zonas australes en Magallanes, y comienza la colonización alemana en las regiones de Los Lagos y de Los Ríos.

Durante este período, la naturaleza sufre dramáticamente el embate del incipiente desarrollo, como reflejan los testimonios que a continuación se entregan:

Claudio Gay (1800-1873), en una carta al Ministro del Interior, Diego Portales (1838), refiriéndose a la provincia de Coquimbo escribe: *“esta provincia se presenta al observador menos atento, bajo un aspecto totalmente desfavorable. Los montes casi del todo han desaparecido, y los arbustos son débiles, pequeños, desmedrados y las rocas, descubriendo ya sus flancos en la más espantosa desnudez, parecen presagiar a esta hermosa provincia un lamentable porvenir.”* En esa época aún existen algunos restos de los abundantes bosques de antaño, los que describe con la siguiente frase: *“empero el clima no es del todo contrario a una vegetación grande y robusta; en varios lugares aislados, y sobre todo distantes de las poblaciones, se encuentran todavía árboles de gran tamaño; allí se ven algarrobos, espinos, talhuenes, litres, etc., de una belleza notable.”* Al buscar la razón de la aridez de esta provincia, afirma: *“y en el hombre sólo es donde se ha de buscar la causa: ésta existe en la penuria de muchas leyes sobre el arreglo de bosques y plantíos, y en el vicio de las Ordenanzas de Minería que autorizan a las minas para cortar y destruirlo*

todo”. Se pregunta: *“¿Cómo no ha llamado la atención de nuestro Gobierno la gran rijidez de las leyes sobre bosques de la vieja Europa?”* Y hace un llamado para legislar sobre el tema: *“Ya es tiempo que las tome en consideración, y que se modifiquen también las Ordenanzas de Minería que han rejido hasta aquí las faenas y las labores de los mineros.”* Propone dos soluciones para resolver la situación, con la finalidad de cuidar el recurso forestal de Coquimbo y fomentar su recuperación. Respecto del primer punto, dice: *“sería preciso entonces que el Gobierno fomentase una nueva empresa dirigida a transportar y fundir los minerales de cobre en otra provincia, economizando de este modo los montes de la de Coquimbo, y favoreciendo la vegetación”*. Al segundo se refiere con una propuesta forestadora, absolutamente innovadora para la época: *“se necesita encontrar unos árboles que llenen estas condiciones”* como reguladores del clima y abastecedores de biomasa, *“ninguno, según mi opinión, más a propósito para el fin deseado que los conocidos bajo el nombre de álamos y sauces: ellos tienen además la ventaja de crecer con rapidez y ofrecer mui pronto al agricultor todos los beneficios de que son susceptibles.”*

Benjamín Vicuña Mackenna (cit. por Elizalde, 1958), escribe en 1855 en París, a los 18 años: *“Hoy se voltean todos los bosques de Chile con la más febril actividad. A la lentitud del hacha, se ha agregado la sierra a vapor y el país ve con absoluta indiferencia esa desolación contra la cual no creemos jamás tener la voz suficientemente enérgica para hacer los más fuertes reclamos. Si se dijera que una nación acaba de ser privada de agua y aire, sin duda se diría que es absurdo. Y sin embargo ¿Qué se hace en Chile? Destruir, sin reemplazar todas las fuentes de evaporación de las cuales las nubes captan lluvias para formar los ríos y humedecer nuestros climas, que de otro modo son muy ardientes. Se sabe los cuidados que se toman en Francia y Alemania para conservar los bosques, la prohibición de encender fuegos en ellos, las multas impuestas a los hombres sospechosos que se encuentran armados de hachas, y las sumas que hay que pagar por cada pieza de madera que se ha*

robado. En Francia cada árbol está marcado por el martillo protector del guarda-bosques, en Chile, también, pero del hacha que lo va a voltear. Que se volteen todos los árboles que se quiera en Valdivia y Chiloé para desmontar las tierras, pero que se urja la creación de un código forestal que reglamente los medios a emplear y las limitaciones. Sin eso, Chile en un siglo será un desierto.”

Vicente Pérez Rosales (1806-1870) en relación con los devastadores roces realizados en la selva del bosque siempreverde, cita lo sucedido al talador Pichi Juan: *“el fuego que prendió en varios puntos del bosque al mismo tiempo el incansable Pichi-Juan tomó cuerpo con tan inesperada rapidez, que el pobre indio, sitiado por las llamas, solo debió su salvación al asilo que encontró en un carcomido coigue, en cuyas raíces húmedas i deshechas pudo cavar una peligrosa fosa. Esa espantable hoguera, cuyos fuegos no pudieron contener ni la verdura de los árboles, ni sus siempre sombrías y empapadas bases, ni las lluvias torrenciales y casi diarias que caían sobre ella, había prolongado durante tres meses su devastadora tarea, y el humo que despedía, empujado por los vientos del sur, era la causa del sol empañado, el cual, durante la mayor parte del tiempo se pudo mirar en Valdivia con la vista desnuda.”* En esa época y para llevar a cabo los planes colonizadores de las regiones de Los Ríos y Los Lagos, el uso del fuego es una herramienta considerada útil e indispensable para despejar los terrenos, como se deduce de la siguiente frase: *“escuso enumerar las ventajas que ofrecía al agricultor aquella pampa cubierta de cenizas, sobre cuyas plomizas llanuras se alzaba aun tal cual jigante de la vegetación carbonizado i casi devorado por las llamas.”*

Elizalde (1958), menciona que durante el siglo XIX *“se voltearon las magníficas roberías de la célebre montaña de Vichuquén, de donde, según historiadores de prestigio estaban las mejores maderas de construcción del país, así como toda la cordillera de Costa desde Curanipe al Itata. No escaparon a la masacre del hacha y del fuego los tupidos bosques de la Precordillera Andina que*

protegían las hoyas hidrográficas de todos los ríos desde el Mataquito hasta el Maule. No es pues de extraño que toda esa región esté seriamente erosionada, que sus ríos estén sedimentados y que las dunas invadan todo el litoral.”

Durante la República Liberal (1861-1891), el crecimiento económico continúa, en el norte de Chile se comienza la inversión y explotación de salitre y cobre, aún bajo administración boliviana. Con la firma del tratado de Ancón, el 20 de octubre de 1883, termina la Guerra del Pacífico (1879-1883), y Chile anexa los territorios de Tarapacá, Arica y Tacna. La incorporación de estos territorios y la minería del salitre, que sustenta la economía nacional, llevan a un auge económico. Por otro lado, se logra la pacificación de la Araucanía en 1888, lo que lleva a nuevas colonizaciones. El país continúa con inversiones en infraestructura ferroviaria, como el viaducto sobre el Malleco y avances en educación y la parte sanitaria.

A pesar de las buenas noticias en el sector económico, la destrucción de los bosques continúa. Ya en 1872 se intenta legislar sobre el tema, pero sin éxito.

Rafael Larraín Moxó (Elizalde, 1958), que fuera senador, Presidente de la Sociedad Nacional de Agricultura y autor del reglamento de la primera Ley de Bosques de Chile, de 1872, señala: *“La explotación de las minas tomó proporciones colosales, los hornos de fundición cubrieron el territorio que se extiende desde el Maipo a Copiapó, y Chile, que había vivido en la creencia de que los bosques eran inagotables, supo un día con asombro, que ya no le quedaban más que restos escasos de aquel tesoro inmenso”.* La primera Ley de Protección de Bosques, en su artículo tercero, autoriza al Presidente de la República para prohibir *“el corte de los árboles en los cerros hasta una altura que evita la destrucción del terreno vegetal”.* Este artículo implica el reconocimiento de que era preciso evitar el desmonte de las vertientes y laderas arboladas con declive para impedir la erosión, pero, como decía Vicuña Mackenna,

nadie hace caso de la ley y las cosas siguen como antes de 1872 (Elizalde, 1958).

Sobre la continuación de la destrucción de bosques originada por los roces, Elizalde (1948) hace mención de sucesos climáticos que la favorecen: *“la gran sequía de 1863 fue en ese sentido una oportunidad única para los colonos que lograron reducir a cenizas centenares de miles de hectáreas de selvas, gran parte de las cuales eran inservibles para el cultivo agrícola o el pastoreo. Véase el dramático caso de 20.000 ha quemadas entre Puerto Varas y Puerto Montt, inservibles para la agricultura, por existir un substrato de fierrillo que impermeabiliza el suelo y convierte la superficie en pantanosa.”* El descontrol del fuego arrasa en el área mencionada un patrimonio importante de alerces milenarios, quedando como testimonio hasta el día de hoy los tocones quemados (Foto 1).

Fuente: Martin, 1923



Foto 1: El asiento del presidente; alerce milenario destruido por los roces a fuego ocurridos entre Puerto Varas y Puerto Montt.

El desmonte de La Araucanía: hasta el período de gobierno de Domingo Santa María que comenzó en el año 1881, la Araucanía se mantenía sin grandes destrucciones de bosques. Durante este gobierno se decreta la pacificación con esta zona,

lo que inmediatamente lleva a la ocupación de nuevos colonos y a los roces.

Sobre las consecuencias escribe **Rafael Elizalde** (1958): *“Los fértiles suelos abonados por el humus secular rindieron en los primeros años las más pingues cosechas de trigo que se conocen en Chile. El mundo entero se maravillaba de la prodigiosa tierra araucana que producía hasta 35 quintales por hectárea y proporcionaba pan a pueblos tan lejanos como el de California, Australia y Nueva Zelandia. Pero los agricultores se ensañaron en los suelos, exigiéndoles más de lo que podían rendir, dedicándolos exclusivamente al monocultivo y en su ímpetu de lucro descuajaron tanto los faldeos y lomajes como terreno plano para sembrar sólo trigo. En 1900, el rendimiento por hectárea en Malleco, llamada el granero de Chile, había descendido a 15 quintales/ha, entre 1911-1917 a 10,5 y de 1932 a 1939 a 7. A este maltrato del suelo araucano habría que agregar la vandálica, criminal explotación de los bosques de las reservas Forestales de Malleco, Malalcahuello, Congillio, Hueñivales, Vegas Blancas (todas en Malleco) y las de Contraco, Contulmo, San Ramón, Alto Bío-Bío, Pitrufquen, Las Quilas, Río negro y Villarrica, que dejaron sin protección arbórea a las cuencas hidrográficas, embancando a los ríos e intensificando la erosión en aquellas lluviosas regiones.”*

1.5.2 República Parlamentaria

Durante la República Parlamentaria (1891 a 1925), el país continúa progresando, destacando obras como las del Ferrocarril Transandino y el museo de Bellas Artes. Contrastan con estas obras el descontento social, ya sea por malas condiciones laborales, como por una creciente migración del campo hacia las ciudades, existiendo un analfabetismo de un 68%. Finalmente se van incorporando leyes sociales y se inicia un cambio en este sentido.

La actividad de continuos roces a fuego y la explotación de los bosques sin propósito de manejo sustentable persisten. En esa época se

Fuente: Memoria Chilena, Portal de la Cultura de Chile.



Foto 2: Federico Albert, doctor en Ciencias Naturales.

contratan los servicios del doctor alemán en Ciencias Naturales Federico Albert (1867-1928), que tiene un activo papel en la protección de los bosques, la repoblación forestal y la conservación de los recursos naturales (Foto 2). Contratado por el Ministerio de la Industria, su objetivo es iniciar las investigaciones previas para aclimatar especies foráneas de plantas y animales con interés comercial. Es enviado a Constitución, Llico y Chanco para estudiar el avance de las dunas y para buscar soluciones para detenerlas. Los positivos resultados del control de dunas se pueden ver hasta el día de hoy, con una gran muestra de especies introducidas. También crea la sección de Ensayos Zoológicos y Botánicos del Ministerio de Industria, que en 1911 se transforma en la Inspección General de Bosques, Pesca y Caza. Así se asienta la base para una incipiente institucionalidad que se ocupara también de los bosques (Hartwig, 1986).

Durante este período el avance del ferrocarril permite el traslado de productos del sur del país hacia el norte y los puertos. Continúa la política de eliminar bosques a través de rocas a fuego para aumentar la superficie agrícola. Un indicador para la baja en la productividad de los suelos, que hasta hace poco producían el trigo para abastecer mercados como California, Nueva Zelanda, Inglaterra entre otros, es la migración del campo a la ciudad, cuando las fuentes de trabajo en la agricultura se reducen (Otero, 2006).

Paralelamente a la destrucción de los bosques por fuego, éstos se explotan y abastecen los requerimientos de madera nacionales además de exportarse a los países vecinos (Fotos 3 y 4).

1.5.3 República Presidencial

La República Presidencial se extiende desde 1925 a 1973, mejorando las condiciones sociales, de educación y desarrollo industrial del país.

Durante el primer gobierno de Carlos Ibáñez del Campo (1927-1930) se crean la Línea Aérea Nacional (LAN), la Fuerza Aérea de Chile (FACH), la Contraloría de la República y Carabineros de Chile. La caída de la bolsa en Nueva York, en 1929, impacta tremendamente en un Chile endeudado, lo que además de la crisis del salitre provoca una caída del PIB a menos de la mitad.

Durante el segundo período de Arturo Alessandri Palma (1932-1938), la minería salitrera ya da sus últimos frutos y comienza a ser reemplazada por el cobre, mientras surge la agricultura.

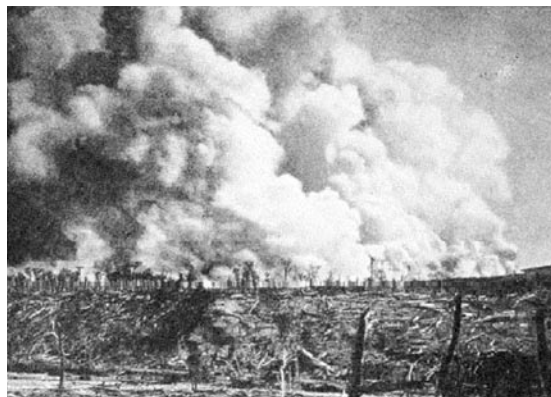
Bajo la presidencia de Pedro Aguirre Cerda (1938-1942), se funda la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), como herramienta clave para la industrialización en Chile, y se apuesta por el Proyecto de Sustitución de Importaciones. En este marco se fundan la Empresa Nacional de

Fuente: Martin, 1923.



Foto 3: Aserradero en el bosque nativo.

Fuente: Martín, 1923



a) Roces a fuego.

Foto 4: Destrucción por roces a fuego en la zona de Malleco.



b) Cosecha en el fundo Santa Clara.

Electricidad (ENDESA), plantas hidroeléctricas y la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP), impulsando a un crecimiento industrial del 7,5% anual entre 1940 y 1943. Además se da énfasis a la educación, que se consideraba como la única forma de superar la pobreza.

Durante el segundo gobierno de Ibáñez (1952-1958) se intenta ajustar la política económica, con la finalidad de flexibilizar las medidas proteccionistas que se habían instalado.

En el segundo gobierno de Jorge Alessandri Rodríguez (1958-1964), el esfuerzo de un plan de estabilización económica que frene la inflación e incentive la inversión privada continúa. Durante su gestión se crean las empresas estatales ENTEL (Empresa Nacional de Telecomunicaciones), ENAMI (Empresa Nacional de Minería) y LADECO (Línea Aérea del Cobre), recibiendo ayuda económica de EEUU a través de la Alianza para el Progreso.

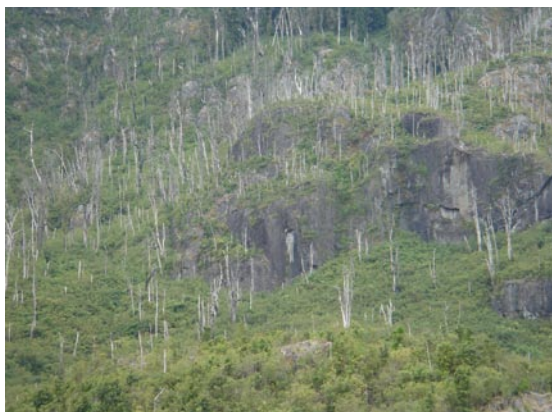
Durante el gobierno de Eduardo Frei Montalva (1964-1970) se lleva a cabo un reformismo moderado, incluyendo la construcción de miles de viviendas, modernización del aparato estatal, reforma educacional (8 años) y ampliación de la reforma agraria. Se inicia la chilenización del cobre, se construyen el túnel Lo Prado y el aeropuerto Pudahuel, se inician las actividades de

Televisión Nacional de Chile (TVN) y se comienza con la construcción del Metro en Santiago.

El gobierno de la Unidad Popular de Salvador Allende (1970-1973) intenta construir una nueva sociedad basada en el socialismo a través de la democracia. Continúa con la reforma agraria y se inicia un proceso de estatización de empresas consideradas clave para la economía nacional. Con el gobierno de Allende termina la era proteccionista con fuerte mirada interna.

Hacia el final de la República presidencial el país continúa, especialmente hasta la década del 50, con la destrucción de sus bosques y recursos naturales renovables, a pesar de la Ley de Bosques del año 1931. Sin embargo, es la segunda mitad del siglo XX la de los cambios notables al respecto. A continuación se describen los logros y fracasos del período.

La destrucción de bosques por roces a fuego de gran parte de la Precordillera (al menos 3 millones de hectáreas, que actualmente han dado paso a bosques de crecimiento secundario) y áreas costeras de las regiones O'Higgins a La Araucanía durante la primera mitad del siglo XX, es una de las tragedias para la naturaleza durante la primera mitad del siglo XX (Foto 5).



a) Inicio de la instalación de un bosque de crecimiento secundario (área de Futrono, Región de Los Ríos, enero 2009).



b) Bosque de crecimiento secundario consolidado (hacienda Jauja, Precordillera de la IX Región).

Foto 5: Bosque de crecimiento secundario. Fotos: Hans Grosse

A esto se agregan cerca de 300.000 ha de bosques en la zona de Magallanes, cuya destrucción ya había comenzado durante el siglo anterior. En el área de Punta Arenas la corta de árboles del río Las Minas para obtener combustible y estivar las minas de carbón del área, implica que este río, ya sin control de cauce, produjera durante decenios severos daños de inundación en la ciudad. En la Región de Aysén se agregan roces a fuego en cerca de 3 millones de hectáreas (Foto 6), que afectan bosques cordilleranos de lenga y costeros del tipo siempreverde, produciendo embancamiento de ríos y destrucción de los suelos por erosión severa (Trivelli, 1970). A esto se añade la sobreexplotación

del ciprés de las Guaitecas, en muchos casos incendiado, supuestamente para dejar en pie solamente el duramen y luego explotarlo.

La Ley de Bosques del año 1931, tiene como objetivo incentivar la plantación forestal a través de franquicias tributarias para los terrenos declarados forestales, y proteger los bosques, regulando la corta de árboles, creando parques y reservas en terrenos fiscales y regulando los roces a fuego. Se debe reconocer el esfuerzo legislativo y la visión clara de la problemática existente de algunos para la creación de esta ley. No obstante imposible que se traduzca en una herramienta



a) Roca a fuego en plena ejecución.



b) Bosque quemado para habilitar tierras ganaderas en suelos forestales.

Figura 6: Rocas a fuego en la XI Región

Fotos: Augusto Grosse (Archivo familiar)

eficaz; es, más bien, apenas un primer paso en serio para los avances positivos que vendrían durante la segunda mitad del siglo XX. Su mayor problema consiste en que es una ley para un país aún carente de una institucionalidad adecuada a las exigencias, incapaz de controlar la continua destrucción de bosques que se lleva a cabo con incomprensible desprecio por la naturaleza.

Los cauces de la mayoría de los ríos ha cambiado su condición de navegable a embancado, sin duda una merma para las vías del transporte. Su condición inicial la describe Elizalde (1958):

Río Maule: Navegable según datos de 1866 y 1875 hasta 60 km arriba por barcos de 200 a 300 toneladas

Río Itata: A fines del siglo 19, navegable por lanchones 50 km., hasta Confluencia.

Ríos Carampangue y Lebu: A fines del siglo XIX, navegable por lanchones de bajo calado.

Río Bío-Bío: principal arteria comercial de la provincia de Concepción. Según Cuadra, en 1868, citado por Elizalde (1958) *“era navegado por 80 lanchones planos con velas redondas”* que atracaban a los muelles de Nacimiento y hasta Purén”. Otros antecedentes indican que también pequeños barcos a vapor hacen el recorrido en esa época.

Río Valdivia: Vicente Pérez Rosales indica en 1857 que barcos de hasta 300 toneladas llegan hasta Valdivia.

Río Bueno: Navegable hasta Trumao (60 km al interior), por embarcaciones de 5 m de calado hasta el año 1908. Ya en 1918, la barra sólo permite la entrada de embarcaciones con un calado de 1m.

Río Aysén: Permite la llegada de barcos (hasta unas 500 toneladas) a Puerto Aysén hasta 1950. El total embancamiento obliga a trasladar el puerto a Chacabuco (en otra cuenca sin río).

A mediados de los años 40 se contrata a la misión de EEUU, denominada “Haig”, con el propósito de cuantificar la disponibilidad de los recursos de bosque nativo de Chile. En esa época este recurso aporta el 95% de los recursos aserrables del país y la presión sobre el recurso es enorme. El pronóstico de la Misión Haig indica que de continuar así, en el corto plazo Chile carecería de bosques productivos.

A pesar de los tantos problemas aún existentes, la institucionalidad forestal se adecúa a las necesidades, a la par con el desarrollo de proyectos forestales impulsados por CORFO. De este modo, durante la década del 60, con la creación del Instituto Forestal (INFOR), la formulación del Programa de Reforestación, la creación de la División Forestal del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), el Departamento Forestal de la Corporación de Reforma Agraria (CORA), el Programa Nacional de Prevención y Combate de los Incendios Forestales, el Plan de Reforestación Colchagua, la creación de Parques Nacionales y Reservas Forestales y la creación en el año 1970 de la Corporación de Reforestación (COREF), que después se transformó en la Corporación Nacional Forestal (CONAF), el país avanza seriamente en proteger y proyectar sus bosques.

Se suman, las carreras de Ingeniería Forestal, que se inician durante la década del 50 en las Universidades de Chile y Austral, además de la Escuela de Técnicos Forestales de Los Ángeles y de Prácticos Forestales en Contulmo, que comienzan a proveer al sector forestal con los profesionales que el país requiere.

1.7 Régimen Militar

Durante el régimen militar ejercido desde 1973 a 1990, la economía pasa por diversos momentos, entre crisis y éxitos. Al final del período y como herencia transferida al Gobierno democrático siguiente, están los fundamentos del derecho de la propiedad privada, una economía de mercado

con la libre determinación de los precios como mecanismo para asignar los recursos, el empuje del sector privado para generar el crecimiento económico, la apertura del comercio exterior para aprovechar las ventajas competitivas del país, y el principio de subsidiaridad del Estado, según el cual las actividades del Estado se limitan a aquellas que no serían adecuadamente desarrolladas por la iniciativa privada.

Durante esta época las industrias forestales del estado son vendidas al sector privado y otras ya existentes y nuevas van creciendo incentivadas por los bajos precios de los terrenos forestales y el apoyo del Decreto Ley 701, que había entrado en operación a partir del año 1974. Este Decreto de Fomento Forestal establece la absoluta inexpropiabilidad de los terrenos forestales, crea una bonificación del 75% de los costos de forestación, de manejo y de administración anual, además de franquicias tributarias. Obliga a la presentación, aprobación y cumplimiento de un plan de manejo para cualquier actividad forestadora o de cosecha que se realice en bosques plantados o nativos. En esta época se comienza a consolidar el control sobre las actividades forestales. Los roces a fuego aplicados a bosques son escasos y aquellos aplicados a desechos deben ser autorizados.

Durante los años 70 en Chile se plantan 724.000 ha y durante los '80 esta cifra sube a 791.000 ha, considerando forestación y reforestación de pino radiata y eucalipto INFOR, 2006. Se plantan básicamente terrenos sin cobertura protectora al suelo, generando gran polémica cuando en algunas áreas se produce destrucción de bosque nativo para ser reemplazado por plantaciones con especies exóticas.

Los bosques nativos, sin embargo, siguen interviniéndose a través de floreos, lo que significa extraer lo mejor, dejando en pie lo que comercialmente no tiene atractivo. Aparecen voces desde las instituciones que realizan investigación, como las universidades e INFOR,

indicando la necesidad de cambiar esta práctica, y se comienza a discutir sobre una futura ley especial para el manejo del bosque nativo

1.8 Transición a la democracia y democracia

Durante el nuevo período democrático, Chile avanza sustancialmente bajando los índices de pobreza. La economía pasa por distintos momentos, donde alcanza crecimientos de hasta 8%, pero también sufre de bajas que relegan el crecimiento a menos de la mitad a través de la crisis Asiática, a fines de los 90 y comienzos del 2000, y la crisis mundial del año 2009.

Chile abre sus puertas al comercio internacional a través de diversos tratados de Libre Comercio con la Unión Europea (UE), Estados Unidos, el ingreso al NAFTA (Tratado de Libre Comercio de América del Norte) y como miembro asociado del MERCOSUR (Mercado Común del Sur). Se construyen carreteras de nivel internacional a nivel urbano e interurbano, se amplía el Metro de Santiago y las reservas de Chile se incrementan sustancialmente por los precios récord del cobre. Por otro lado, se producen problemas por la alta dependencia energética y los altos costos para la obtención desde el exterior de combustibles fósiles.

Durante este período siguen produciéndose cambios favorables para el aumento y mejoramiento de los bosques. El D.L. 701 se focaliza hacia los pequeños propietarios con una subvención del 90% para la forestación y se plantan (forestación y reforestación) 1,03 millones de hectáreas entre 1990 y 1999, y 0,67 millones de hectáreas entre los años 2000 y 2005. Este impacto plantador lleva a un patrimonio de 2,14 millones de hectáreas al año 2005, con una industria forestal pujante, que con sus exportaciones se sitúa como segundo ingreso de Chile detrás del cobre.

Durante 16 años se discute en el parlamento la llamada Ley del Bosque Nativo (CONAF, 2009). Al fin se aprueba en diciembre de 2007 en ambas

Cámaras del Congreso Nacional. Durante el año 2008 se elabora su reglamento, se fija la tabla de valores para las bonificaciones y queda disponible para su uso en 2009. Para esta ley se definen su objetivo y las categorías de bosque consideradas de la siguiente manera:

Objetivo:

La protección, la recuperación y el mejoramiento de los bosques nativos, con el fin de asegurar la sustentabilidad forestal y la política ambiental.

Define las siguientes categorías de bosque:

Bosque nativo de uso múltiple:

Aquél cuyos terrenos y formaciones vegetales no corresponden a las categorías de preservación o de conservación y protección, y que está destinado preferentemente a la obtención de bienes y servicios, maderables y no maderables.

Bosque nativo de preservación:

Aquél, cualquiera sea su superficie, que presente o constituya actualmente hábitat de especies vegetales protegidas legalmente o aquellas clasificadas en las categorías de "en peligro de extinción", "vulnerables", "raras", "insuficientemente conocidas" o "fuera de peligro, o que corresponda a ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país, cuyo manejo sólo puede hacerse con el objeto del resguardo de dicha diversidad".

Bosque nativo de conservación y protección:

Aquél, cualquiera sea su superficie, que se encuentre ubicado en pendientes iguales o superiores a 45%, en suelos frágiles, o a menos de doscientos metros de manantiales, cuerpos o cursos de aguas naturales, destinados al resguardo de tales suelos y recursos hídricos.

Con la aprobación de este último cuerpo legal y con la opción de que el Estado cofinancie actividades de manejo en el bosque nativo, se

abre una puerta al desarrollo y a la valorización de estos bosques. Dependerá de la capacidad de gestión y ejecución que su puesta en práctica entregue los frutos esperados al país.

1.9 Discusión

Al comenzar el período de la Conquista, Chile presentaba una naturaleza que en parte importante era utilizada por sus habitantes originarios, pero sin entrar en desequilibrio con ella. Durante el período de la Colonia, la disminución de la población llevó a la desocupación de terrenos entre el Bío-Bío y Chiloé, lo que llevó a un aumento en la superficie de los bosques.

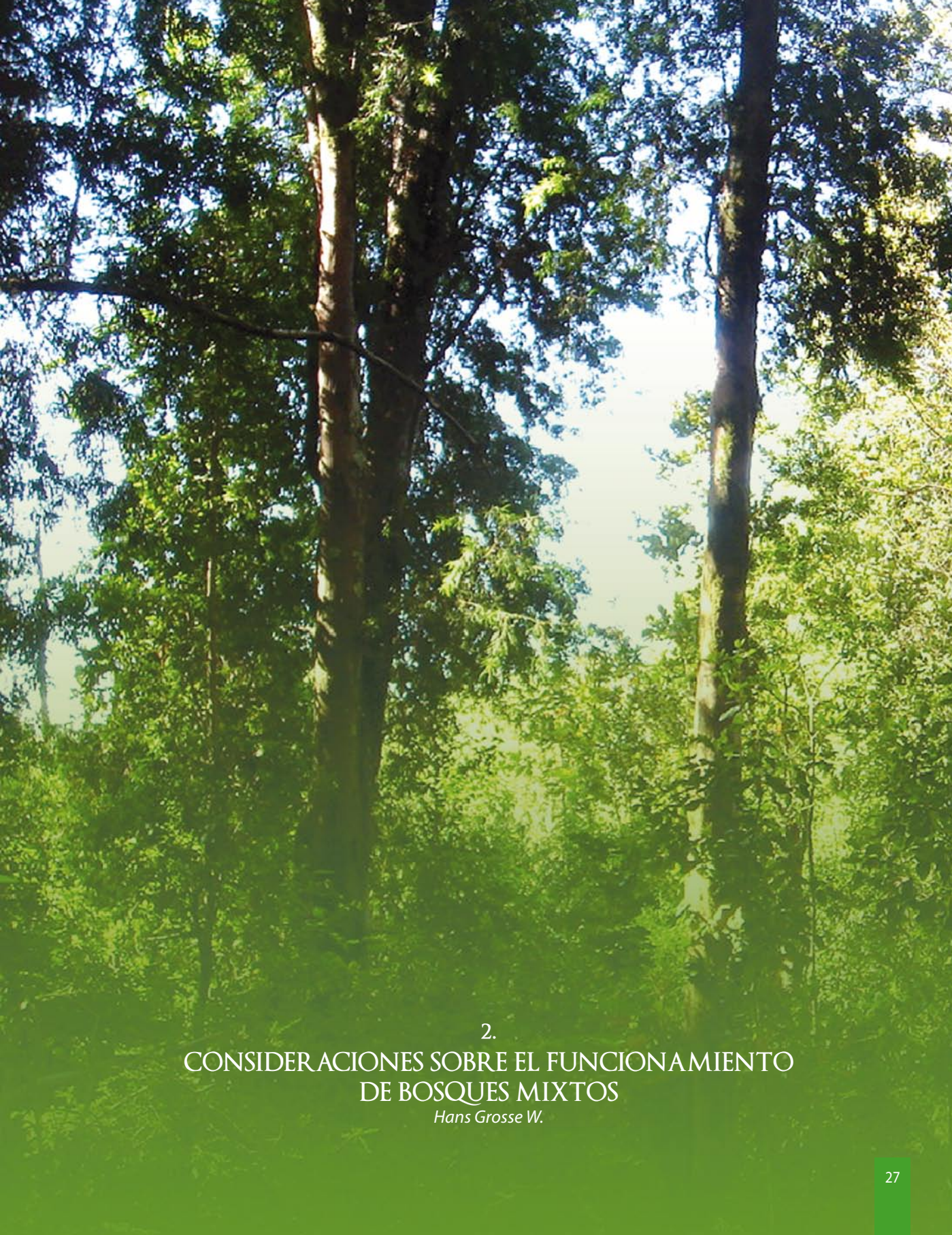
A partir de la independencia de Chile se produjo una drástica reducción de los bosques nativos. Tomando antecedentes de Federico Albert, Otero (2006) concluye que de 24 millones de hectáreas existentes al inicio de la Independencia, hacia el año 1912, tan solo quedaban cerca de 10,6 millones de hectáreas y, según la misión norteamericana a cargo de Irvine Haig, tan solo 7,3 millones de hectáreas en el año 1944. En 1970, el entonces Ministro de Agricultura, Hugo Trivelli, afirmaba que "como secuela de los roces han quedado 15 millones de hectáreas que se encuentran en un grado de destrucción tal, que ahora ni siquiera tienen posibilidades de uso forestal". Esto es sin duda resultado de insistir irracionalmente en habilitar más y más tierras para la agricultura, también en terrenos absolutamente inadecuados para este fin por sus pendientes, condiciones climáticas y suelos.

Afortunadamente esta situación fue cambiando drásticamente durante la segunda mitad del siglo XX y hasta hoy, gracias a significativos avances en la institucionalidad forestal, la parte legal, la educación forestal y la iniciativa forestadora. Actualmente se estima la superficie de bosque nativo en 13,4 millones de hectáreas (CONAF, CONAMA, 1997), parte importante de la cual se volvió a instalar gracias a la capacidad regenerativa por monte bajo (de tocón) de la

mayoría de las especies nativas. Existen, además 2,1 millones de hectáreas de plantaciones forestales (CONAF, 2009), sumando en total 15,5 millones de hectáreas de bosque en Chile. Esta cifra duplicaría la existencia de bosques en el país en relación con la de los años 40, o bien aumentaría la existencia en cerca del 60% en relación con la superficie a comienzos del siglo XX. Probablemente estas estimaciones son algo exageradas por la imposibilidad de medir con precisión el patrimonio forestal en el pasado, pero aun así no se debe desconocer el enorme avance que Chile ha mostrado en la protección y creación de recurso forestal durante los últimos decenios y que augura, con la recientemente creada “Ley del Bosque Nativo”, que la situación para estos bosques deberá seguir mejorando.

1.10 Bibliografía

- CONAF, CONAMA BIRF (1997): “Catastro y evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile”. UACH/PUC/UCT. Informe Final.
- CONAF (2009): www.conaf.cl
- Elizalde, Rafael (1958): “La sobrevivencia de Chile”. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Producción Agraria y Pesquera. Santiago, Chile.
- Gay, Claudio (1838): “Sobre las Causas de la Disminución de los Montes de la provincia de Coquimbo” Diario El Araucano, número 399, de abril de 1838, en “Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo” (F.A. Squeo, G. Arancio y J.R. Gutierrez, Eds.). Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile (2001) 19: 281-286.
- González de Nájera, Alonso: “Desengaño y reparo de la Guerra del Reino de Chile”, de la colección “Historiadores de Chile”. Tomo XVI. José T. Medina. Imprenta Ercilla, Santiago, 1889.
- Hartwig, Fernando (1986): “75 Jahre Forstwirtschaft in Chile”. Forstarchiv. Heft 6 Nov./Dez. 57. Jahrgang. 236-243.
- INFOR (2006): Las estadísticas Forestales Chilenas 2005. INFOR, Santiago, Chile 165 pp.
- Martin, Carl (1923): “Landeskunde von Chile”. Hamburg, L. Friedrichsen & Co. 786p.
- Molina, Juan Ignacio (1810): “Ensayo sobre la historia natural de Chile; Bolonia”. Santiago: Eds. Maule, 1987 (Santiago: Alfabet) Primera traducción del original italiano, prólogo y notas del Prof. Dr. Rodolfo Jaramillo. Colección: Biblioteca Nacional.
- Olivares de, Miguel (1864): “Historia militar, civil y sagrada de Chile”. Colección de historiadores de Chile y de documentos relativos a la historia nacional. Santiago: Impr. del Ferrocarril, 1861- v. 22. Colección: Biblioteca Nacional.
- Otero, Luis (2006): “La huella del fuego”. Pehuén Editores. María Luisa Santander 537, Providencia, Santiago. 171p.
- Ovalle, Alonso (1646): “Historica relacion del Reyno de Chile y de las misiones y ministerios que exercita en el la Compañía de Jesus”. Roma: Por Francisco Cavallo, 1646. Colección: Biblioteca Nacional.
- Pérez Rosales, Vicente (1886): “Recuerdos del pasado (1814-1860)”. Santiago de Chile. Imprenta Gutenberg.
- Rosales de, Diego (1877-1878): “Historia general de el Reyno de Chile: Flandes Indiano” Valparaíso: Impr. del Mercurio, Colección: Biblioteca Nacional.
- Trivelli, Hugo (1970): Discurso de la tierra, en “La Sobrevivencia de Chile.” Ministerio de Agricultura, SAG. Santiago de Chile. Páginas XV-XXVII.
- Wikipedia (2009): http://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_Chile



2.
CONSIDERACIONES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO
DE BOSQUES MIXTOS
Hans Grosse W.

2. CONSIDERACIONES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE BOSQUES MIXTOS

Hans Grosse

Para todo bosque durante su manejo debe regir su sustentabilidad. Muy en especial, los bosques nativos deben cumplir un rol muy completo dentro de este concepto. Con su manejo se asume la responsabilidad no sólo hacia la generación presente, sino también para las que vienen, por lo que toda intervención debe realizarse con responsable mirada a futuro.

Esto significa mantener un rendimiento sostenido de la producción maderera, lo que incide en la obtención de ingresos continuos, y garantizar la estabilidad ecológica del sistema. Con esto se mantiene la tríada clásica de la función de los bosques que incluye producción, protección y belleza escénica, considerando que el sistema bosque funcione de manera estable frente a factores externos, como puede ser el efecto de temporales de viento, y a factores internos, como puede ser el equilibrio de la biota, evitando la proliferación de plagas al simplificar el sistema.

Al utilizar los bosques para fines madereros, la silvicultura es la herramienta fundamental para garantizar la estabilidad del sistema. Por ejemplo, a través de raleos oportunos, que inciden en que los árboles aumenten la proporción del diámetro

en relación con su altura y así resistan mejor el embate del viento, y la mantención de bosques mixtos, que evitan la proliferación de alguna plaga específica.

2.1 Estructuras

La estructura de los bosques se define en dos situaciones (Cuadro 1): aquella no estructurada y aquella estructurada (Duchiron, 2000). Los bosques nativos chilenos, según esta clasificación, básicamente son por naturaleza estructurados, ya sea esto para situaciones monoespecíficas (básicamente el caso de la lenga) y multiespecíficas (la gran mayoría).

Por alteración humana se han producido grandes cambios en las estructuras originales. El caso más representativo para esto corresponde a los bosques de segundo crecimiento de los tipos forestales con presencia de roble, raulí y coigüe. Destrucciones por incendios en grandes superficies dieron lugar a regeneración masiva por monte alto y bajo, llevando a extensiones multiespecíficas coetáneas. Debido a razones de orden económico, una parte importante de la silvicultura en los

Cuadro 1: Clasificación de bosques según su estructura, mezcla y edad

ESTRUCTURA	COMPOSICIÓN	EDAD
No estructurada	Monoespecífica	Coetáneo Multietáneo (sólo en rodales viejos)
	Multiespecífica	Coetáneo Multietáneo (rodal con latifoliadas valiosas)
Estructurada	Monoespecífico	Multietáneo (por definición)
	Multiespecífico	Multietáneo (por definición)

(Fuente: Duchiron, 2000)

bosques nativos se estaría concentrando en una primera fase de la implementación de la ley que subsidia su manejo en estas situaciones. Aquí será altamente probable un cambio de la estructura una vez que se inicien procesos de cosecha, cambiando el bosque de una situación no estructurada o pobremente estructurada, a estructurada, manteniendo su multiespecificidad, pero cambiando desde la coetaneidad a esquemas con bosquetes de distinto tamaño, que en el conjunto llevan el bosque a la multietaneidad. A esta variante se agregan distintas combinaciones entre especies de diversa tolerancia, pudiendo dominar en casos extremos cada uno de estos grupos. Lo masivamente esperable, y por razones de rendimiento del bosque, es que éste tenderá a mantener mezclas, pero con dominancia de las especies del género *Nothofagus* (Foto 1).

Las estructuras de bosques mixtos presentan una serie de ventajas comparadas con aquellas más simples. A continuación se resumen éstas, según la información entregada por Grosse y Müller-Using (2008).

2.2 Características de los bosques mixtos estructurados

Los bosques mixtos reducen la velocidad del viento por la rugosidad de sus copas. Ramas bajas o un estrato intermedio pueden incidir en una baja de la velocidad del viento de hasta el 50-70%, comparado con un rodal monoespecífico (Mitscherlich, 1981). La multietaneidad de un rodal a su vez puede reducir la velocidad del viento a la mitad a un nivel de dos metros de altura. Una baja en la velocidad del viento incide en un aumento de la estabilidad del rodal y de su crecimiento (Otto, 1994).

Rodales multietáneos y multiespecíficos llevan a una distribución heterogénea de la luminosidad. La separación de las copas y la estructura heterogénea interna permiten constantes cambios de la entrada de luz, lo que se traduce en opciones para la instalación de la regeneración en diversos lados y a la coexistencia de especies de



Foto 1: Bosque de crecimiento secundario del tipo forestal roble-raulí con dominancia de *Nothofagus* (Hacienda Jauja, Collipulli, Región de La Araucanía). Foto: Hans Grosse

distintas tolerancias. Para mantener esta situación de coexistencia es imprescindible contar, dentro de la heterogeneidad de la distribución de luz, con espacios que permitan sobre 60% de luminosidad relativa para mantener la opción de desarrollo para aquellas especies de baja tolerancia (Mosandl, 1984; Grosse, 1983; Aguilera y Fehlandt, 1981).

Los bosques muy estructurados presentan un nivel muy alto de humedad interna, superando hasta en 10% los niveles que se encuentran en lugares abiertos, y entre 1 y 3% los que se encuentran en bosques monoestructurados (Röhrig *et al.*, 2006; Mitscherlich, 1981). A su vez, los niveles de intercepción varían bastante en dependencia de la composición de especies. Las latifoliadas caducifolias interceptan hasta en 40% (10-40%), mientras que las especies de hoja perenne pueden interceptar hasta en 80% (12-80%), por lo que bosques compuestos por especies de diversa tolerancia que coexisten en dos estratos maximizan los niveles de intercepción y la protección al suelo.

El hábitat y la oferta alimenticia para la vida animal están condicionados por las especies arbóreas, su mezcla, estructura y estratificación, y los ecotonos en las orillas de los rodales, por lo que, a mayor diversidad de las situaciones de vida de un bosque, pueden existir más especies. Al existir, como sucede en los bosques

estructurados multietáneos y multispecíficos, una gran diversidad en términos de luminosidad, calor, humedad y, en consecuencia, con una gran oferta de especies arbóreas y del sotobosque, esto se traduce en una maximización de especies del mundo animal (Otto, 1994). También árboles viejos y muertos ayudan a este fin ya que, con existencia de cuevas, permiten la existencia de especies como el pájaro carpintero, insectos, murciélagos, avispas etc. Sistemas diversos son la mejor garantía para mantener los equilibrios entre presas y predadores, evitándose así la proliferación de plagas e incidiendo positivamente en la sanidad forestal (Donoso, 1990). Uno de los ejemplos más claros al respecto se encuentra en bosques simplificados de roble, donde el coleóptero *Holopterus chilensis* ha causado severos daños con énfasis en la primera troza, a través de la construcción de galerías (Foto 2). Aquí contrastan el 20-41% de infestación en rodales puros versus el 0-10% en rodales mixtos (Fuentealba, 2005).

2.3 El crecimiento aditivo

El crecimiento aditivo para un rodal ocurre cuando, por la combinación de especies intolerantes con tolerantes, se produce un aumento de su rendimiento, comparado con una situación en la cual sólo crecen especies tolerantes. Ejemplos para este fenómeno se dan en Europa para situaciones en las cuales se compara el rendimiento de rodales

puros de la tolerante haya (*Fagus sylvatica*), con rodales donde esta especie se mezcla con especies de baja tolerancia como son lárice (*Larix decidua*) o pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*). Para estos casos, el crecimiento aditivo en volumen durante la rotación, que es generado por la incorporación de la especie de menor tolerancia supera el 50% (Guericke, 2001; De Wall *et al.*, 1998).

Para bosques donde se mezclan los *Nothofagus*, roble y raulí, con especies tolerantes siempreverdes, se potencia la productividad del rodal (Lusk y Ortega, 2003). A su vez, en un bosque de coigüe mezclado con las tolerantes tepa y mañío, se concluye que a mayor diferencia en las exigencias de luz de las especies que componen un rodal mixto, más grande es la ganancia en la productividad del rodal (Donoso y Lusk, 2007).

Para un mismo sitio en la Precordillera de Chillán, donde se comparan rodales exclusivamente ocupados por especies tolerantes (lingue, olivillo, peumo, avellano y mañío), con rodales en los cuales se agregan roble y raulí (Foto 3), se produjo un crecimiento aditivo por incidencia de las especies de baja tolerancia de hasta 80% (Grosse y Müller-Using, 2008). Normalmente este crecimiento no se expresa a un nivel tan alto, explicándose para el caso del ejemplo por la gran dimensión de los *Nothofagus*, que superaban un metro de diámetro y se acercaban a 35 m de altura. Irrefutable resulta que al coexistir especies de tolerancias opuestas,



a) Entradas de las galerías en un fuste de roble.



b) Rodal puro de roble (Área productora de semillas)

Foto 2: Rodal de roble con infestación de *Holopterus chilensis* (Fundo Arquihue, Cordillera de la Región de Los Ríos) Fotos: Hans Grosse

el rendimiento del rodal aumenta, por lo cual es un factor que debe ser considerado para el manejo de los bosques nativos.



Foto 3: Rodal mixto con roble y raulí en el estrato superior y lingue, olivillo, peumo, avellano y mañío en el inferior (Sector el Huemul, Precordillera de Chillán, Región del Bío Bío, comuna de El Carmen). Foto: Hans Grosse

2.4 Bibliografía

- Duchiron, M.S. (2000): "Strukturierte Mischwälder. Eine Herausforderung für den Waldbau unserer Zeit". Parey Buchverlag Berlin. 256 p.
- Fuentealba, A. (2005): "Factores dasométricos y de sitio que favorecen el ataque de *Holopterus chilensis* (Coleoptera: Cerambycidae), sobre roble (*Nothofagus obliqua*) en la IX Región". Tesis de grado; Santiago. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile. 81 p.
- Grosse, H. y Müller-Using (2008): "El complemento entre especies de diversa tolerancia en bosques mixtos". En: „Bosques seminaturales: una opción para la rehabilitación“. Infor. 39-66.
- Guericke, M. (2001): "Untersuchungen zur Wuchsdynamik von Mischbeständen aus Buche und Europ.Lärche (*Larix decidua*, Mill.) als Grundlage für ein abstandsabhängiges Einzelbaum-Wachstumsmodell. Diss". Georgia Augusta Universität Göttingen, 220 pp.
- Lusk, Chr. and Ortega, A. (2003): "Vertical structure and basal area development in second-growth *Nothofagus* stands in Chile". Journ. of Appl. Ecol. 40, 639-645.
- Mitscherlich, G. (1981): "Wald Wachstum und Umwelt. Zweiter Band. Waldklima und Wasserhaushalt. J. D. Sauerländer's Verlag". Frankfurt am Main. 402 p.
- Mosandl, R. (1984): "Löcherhiebe im Bergmischwald". Schriftenreihe der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München und der bayerischen Forstlichen Versuchs und Forschungsanstalt, Nr. 61. 298 p.
- Otto, H. J. (1994): "Waldökologie". Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. 391 p.
- Röhrig, E., Bartsch, N., y von Lüpke, B. (2006): "Waldbau auf ökologischer Grundlage". Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart. 479 p.
- Aguilera, L. y Fehlandt, A. (1981): "Desarrollo inicial de *Nothofagus alpina* (Poepp. Et Endl.) Oerst., *Nothofagus obliqua* (Mirb.) B1., y *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) B1. bajo tres grados de sombra". Tesis Universidad Austral de Chile. Fac. de Ingeniería Forestal. 101 p.
- De Wall, K., Dreher, G., Spellmann, H. u. Pretzsch, H. (1998): "Struktur und Wuchs-dynamik von Buchen-Douglasien-Mischbeständen in Niedersachsen". Forstarchiv, 69.Jg., Heft Nr.5, 179 – 191
- Donoso, P. and Lusk, Chr. (2007): "Differential effects of emergent *Nothofagus dombeyi* on growth and basal area of canopy species in an old growth temperated rainforest". Journ. of Veg. Science 2007.
- Donoso, C. (1990): "Ecología Forestal". Segunda edición. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 368 p.



3.
SERVICIOS AMBIENTALES
Enrique Villalobos

3.

SERVICIOS AMBIENTALES

Enrique Villalobos

Antes de la aparición del ser humano en la Tierra, el planeta conoció grandes crisis ambientales. Los cambios geológicos y climáticos provocaron enormes alteraciones de las condiciones de vida, e hicieron desaparecer miles de especies animales y vegetales, que hoy sólo se conocen por testimonios fósiles. Estos cambios han sido parte de la evolución del planeta, procesos que, por su magnitud espacial y temporal, escapan a la comprensión humana.

A diferencia de lo ocurrido en el pasado, la actual crisis ambiental no es natural, sino causada directamente por la actividad humana. Hoy se enfrenta una serie de problemas ambientales que están poniendo en peligro el único hogar del ser humano, el planeta Tierra. Con ello también se disminuye la calidad de vida de la propia especie humana y se amenaza la existencia y el bienestar de las futuras generaciones.

El agotamiento de algunos recursos, la degradación ambiental y la contaminación, tienen expresiones locales, pero también se repiten en todo el planeta. Inundaciones, sequías, pérdida de productividad de los suelos por sedimentación, flujos irregulares de agua en cauces, disminución en la calidad del agua para uso doméstico, entre otros, son efectos recurrentes debido al inapropiado uso del suelo en las partes altas de las cuencas (Porrás, 2003).

El bosque nativo de Chile históricamente ha aportado bienes y servicios de importancia, tanto a los pueblos originarios como a los asentamientos humanos en los procesos de colonización y conquista del territorio, como es el caso del bosque de Chaihuín (Foto 1), que ha suministrado bienes y servicios a la comunidad por varias generaciones. Con la madera de estos bosques fue posible la construcción de pueblos, caminos y puentes, además de contribuir como



Foto 1: Bosque nativo, Región de los Ríos. Foto: Enrique Villalobos

fuente de alimento y leña para la subsistencia y la confección de instrumentos y artesanías propias de los pueblos originarios a lo largo del país (Rosas *et. al* 2004).

Actualmente, la mayoría de las personas cree que los bosques nativos producen principalmente leña para cocinar y calefaccionar, además de la madera aserrada usada en la construcción y la fabricación de muebles. Son pocos los que conocen los otros servicios y bienes que entregan, y que corresponden a proporcionar estabilidad a las cuencas hidrográficas y mejorar la calidad del aire. Estos temas corresponden a los Servicios Ambientales de los Bosques Nativos (Campos *et al.*, 2005).

Existen muchas maneras de clasificar los beneficios que brindan los bosques y otros ecosistemas naturales. Uno de los marcos de referencia más difundidos distingue los diferentes beneficios en términos de si éstos contribuyen directa o indirectamente al bienestar humano, y si involucran o no el consumo de los recursos naturales (Pagiola *et al.*, 2003). Los servicios ambientales son aquellos que se originan a través de formaciones naturales, principalmente boscosas, influyendo en la calidad del agua, la belleza escénica, la biodiversidad y el aire puro. Lo crucial de estas funciones corresponde a su relación directa con el bienestar humano, ya sea a escala local o global.

Independiente del instrumento para clasificar estos beneficios, la mayoría de los autores destaca los servicios ambientales o “ecológicos” como una de las razones más importantes para conservar los bosques o para administrarlos con más esmero (Cabrera *et al.*, 2007). Una de las formas de ver si los sistemas de manejo son sustentables es por medio de la evaluación de la mantención de los servicios ambientales que entregan las funciones ecosistémicas. Si el resultado de la evaluación es positivo, quiere decir que el manejo forestal aplicado es sostenible y, así, compatible con la provisión de servicios ambientales.

La Ley del Bosque Nativo ha considerado los servicios ambientales dentro de sus principios, definiéndolos como “aquellos que brindan los bosques nativos y las plantaciones que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente”.

La silvicultura involucra la continua producción de bienes y servicios, considerando las múltiples funciones del bosque. Por lo tanto, no se puede separar la conservación del desarrollo sustentable que se logra a través del manejo silvícola del recurso (Donoso, 1998). Los objetivos de la conservación del bosque pasan por mantener los procesos ecológicos y los sistemas vitales esenciales, preservar la diversidad genética nativa y permitir el aprovechamiento sostenido de las especies y de los ecosistemas (Cuadro 1).

Cuadro 1: Los objetivos de la conservación del bosque.

1	2	3
Mantener los procesos ecológicos y los sistemas vitales esenciales	Preservar la diversidad genética nativa	Permitir el aprovechamiento sostenido de las especies y de los ecosistemas
<ul style="list-style-type: none"> • Regeneración y protección del suelo • Reciclaje de nutrientes • Purificación y regulación del agua • Mantención de la calidad del aire y de microclimas 	<ul style="list-style-type: none"> • Toda variación del material genético de los organismos vivos 	<ul style="list-style-type: none"> • De los bosques • De las tierras de pastoreo • De la fauna silvestre, incluyendo la acuática.

Los servicios ambientales pueden ser clasificados en grupos que resumen las principales funciones ecosistémicas:

Provisión: Bienes producidos o proporcionados por los ecosistemas, como alimentos, agua, combustible, fibras, recursos genéticos y medicinas naturales.

Regulación: Servicios obtenidos de la regulación de los procesos ecosistémicos, como la calidad del aire, regulación de clima, regulación de agua, purificación de agua, control de erosión, regulación de enfermedades humanas, control biológico, mitigación de riesgos.

Cultural: Beneficios no materiales que enriquecen la calidad de vida, tales como diversidad cultural, valores religiosos y espirituales, conocimiento tradicional y formal, inspiración, valores estéticos, relaciones sociales, sentido de lugar, valores de patrimonio cultural, recreación y ecoturismo.

Soporte: Servicios necesarios para producir todos los otros servicios, incluida la producción primaria, la formación del suelo, la producción de oxígeno, la retención de suelos, la polinización, la provisión de hábitat, el reciclaje de nutrientes, etc.

De estos grupos se pueden obtener cuatro servicios:

- Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (reducción, secuestro, almacenamiento)
- Protección de la calidad del agua (diferentes usos)
- Protección de la biodiversidad (uso científico, farmacéutico, mejoramiento genético)
- Protección contra desastres naturales

3.1 Participación en el ciclo del carbono

En la actualidad el cambio climático se reconoce cada vez más como algo real y peligroso (PNUMA, 2002). En parte, es el resultado de la acumulación de gases con efecto invernadero en la atmósfera, incluyendo el dióxido de carbono, el metano y otros compuestos que provocan el calentamiento del planeta.

Los procesos de industrialización, el uso de combustibles fósiles para el transporte, los incendios forestales, entre otros, han ido aumentando sustancialmente el calentamiento adicional de la superficie y de la atmósfera, afectando adversamente los ecosistemas naturales y a la humanidad. La deforestación masiva implica que los bosques eliminados ya no fijan carbono y, por ende, las emisiones de carbono a la atmósfera aumentan (Mayrand y Paquin, 2004).

Los efectos de estos procesos en los ecosistemas naturales se manifiestan, por ejemplo, en niveles de mar más elevados, eventos climatológicos más severos, erosión de las costas, aumento de la salinidad, pérdida de arrecifes de coral protectores, desertificación, ecosistemas forestales dañados y la ocurrencia más frecuente de plagas y enfermedades.

Actualmente se continúan destruyendo y alterando los recursos naturales en la Tierra, a una velocidad sin precedentes. Para revertir la situación se necesita resolver los problemas ambientales, pero mucho más importante aún es iniciar el cambio cultural, basado en la comprensión de que el ser humano no es el dueño de la Tierra.

Con la finalidad de producir este cambio cultural y de revertir la situación de crisis ambiental, se están realizando muchos esfuerzos de Educación Ambiental en todo el mundo, que deben devolver a las personas el amor hacia la naturaleza, aumentar los conocimientos y desarrollar habilidades, y una actitud de compromiso, trabajo y participación activa en la protección del medio ambiente. De esta manera, la

toma de conciencia sobre la crisis ambiental que sufre el planeta y el trabajo en conjunto por la protección del entorno permitiría tener un mundo más limpio y agradable en el cual vivir.

Se sabe que los bosques cumplen un papel importante en la regulación del clima global. Las plantas verdes toman el dióxido de carbono de la atmósfera en el proceso de la fotosíntesis y lo utilizan para elaborar azúcares y otros compuestos orgánicos necesarios para su crecimiento y metabolismo. En este contexto, la existencia de bosques resulta fundamental y para potenciar la fijación de carbono se deben optimizar las prácticas de manejo forestal y la prevención de incendios forestales (Cabrera *et al.*, 2007).

La captura forestal de carbono considera la fijación activa de CO₂ por parte de vegetación joven, que implica la plantación de árboles nuevos aumentando así las tasas de crecimiento de la cubierta forestal existente. Esta biomasa joven y renovable además se puede ofrecer para sustituir combustibles fósiles, con lo cual se reducen las emisiones de carbono no fijadas por la vegetación. Para mantener este efecto se debe prevenir y reducir la deforestación, el daño a los bosques existentes y el cambio de uso de suelo.

3.2 Funciones hidrológicas

El agua es un recurso natural único y escaso, esencial e indispensable para la biosfera. La calidad del agua tiene directa relación con la salud de las personas. Su mal o indiscriminado uso puede provocar la contaminación del recurso con el consecuente deterioro de la calidad de los demás recursos naturales, el desequilibrio ecológico y la pérdida irremediable de ecosistemas y, por ende, también del paisaje (Porras, 2003).

La mayor parte de los ecosistemas de agua dulce se encuentran en cuencas hidrográficas (Foto 2), las que deben estar en equilibrio con las necesidades ambientales, sociales y económicas.

Entre los servicios que los bosques prestan a las cuencas hidrográficas se encuentran:

Regulación del ciclo hidrológico del agua, manteniendo el caudal durante la temporada seca y el control de inundaciones.

Conservación de la calidad del agua, reduciendo al mínimo la carga de sedimentos, nutrientes, sustancias químicas y salinidad.



Foto 2: Servicio hidrológico de los bosques.

La naturaleza y el valor de los servicios de las cuencas hidrológicas no sólo dependen de las características del bosque mismo, sino también de la cantidad y características de los beneficiarios. Por ejemplo, dos bosques idénticos proporcionarán servicios de agua muy diferentes si uno se encuentra en una cuenca muy poblada y el otro en una zona sin habitantes.

Los servicios pueden tener múltiples destinos, como el abastecimiento de agua para la agricultura, la industria, el desarrollo urbano, la

generación de energía hidroeléctrica, la pesca en aguas interiores, el transporte, las actividades recreativas, la ordenación de las tierras bajas y las planicies, y muchos otros.

Un concepto comúnmente aceptado es que los bosques sirven como verdaderas esponjas al absorber el agua, la que después liberan lentamente, contribuyendo así al abastecimiento hídrico en épocas más secas. La cobertura forestal tiene principalmente dos impactos contrapuestos en relación con el flujo hídrico. El primero tiende a aumentar la infiltración y la retención del suelo, recargando la capa freática y reduciendo el escurrimiento, y el segundo consume agua al evapo-transpirar, reduciendo la recarga de la capa freática. El balance en el flujo de este efecto depende mucho del sitio, las especies arbóreas, la naturaleza del uso del suelo, el tamaño de la cuenca, etc. (Cabrera, 2007).

Existe un vínculo muy estrecho entre la deforestación, el incremento de las capas freáticas y mayores caudales durante temporadas secas, donde la deforestación en muchos casos reduce el abastecimiento de agua (Pagiola *et al.*, 2003). Entre los factores que parecen influir en este resultado se incluyen las especies arbóreas, el tipo de labranza del suelo que reemplaza al bosque y el régimen administrativo asociado.

3.3 Importancia de la biodiversidad

Los bienes y servicios esenciales para la vida dependen de la diversidad biológica, que significa variedad y variabilidad de los genes, de las especies, de las poblaciones y de los ecosistemas. Los recursos biológicos nutren, visten, alojan y proporcionan medicamentos y sustento espiritual a la humanidad. Los ecosistemas naturales, tales como los bosques, las praderas y los pastizales, los ríos, los lagos y los mares, contienen la mayor parte de la biodiversidad de la Tierra. En el medio rural, las tierras de los agricultores, de las comunidades rurales y de las poblaciones

indígenas, incluidas las áreas protegidas, son también de gran importancia como reservas, en tanto que los bancos de genes, los jardines botánicos, los parques zoológicos y las reservas forestales aportan una contribución pequeña pero importante para propósitos económicos y científicos.

La diversidad de la vida generalmente se define en tres categorías:

Diversidad genética

Diversidad de especies

Diversidad del ecosistema

La medición de la biodiversidad no ha sido sencilla y esta dificultad ha incidido de manera crítica en la creación de mercados y sistemas de incentivos. A pesar de esto, ya se han identificado algunos atributos y unidades de medición que han posibilitado su cuantificación.

La conservación de la diversidad biológica comúnmente incluye la provisión del hábitat adecuado para una gama de especies de animales y plantas en estado natural. También se podrían incluir los esfuerzos de erradicación de las especies exóticas. A veces el medio más eficaz para conservar la biodiversidad forestal es el de una protección estricta, eliminando prácticamente su uso por parte del ser humano.

Los esfuerzos realizados para conservar la biodiversidad pueden implicar cambios significativos en las prácticas de la administración forestal. Dichos cambios pueden favorecer ciertas especies de árboles, fomentar una cosecha del recurso menos intensiva, impulsar el uso de métodos de cosecha de bajo impacto, restringir la cosecha en zonas frágiles (bordes de cursos de agua, considerando la pendiente del terreno) e impulsar otras medidas que pretenden imitar la evolución y composición de bosques naturales (no utilizados por el ser humano).

El valor de la biodiversidad depende, igual que los demás servicios ambientales y la mayoría de los recursos naturales, del sitio en el que se encuentra. Al contrario de la protección de las cuencas, los beneficiarios o “consumidores” de la biodiversidad a menudo están muy dispersos. Existe evidencia de que la demanda de la biodiversidad se concentra en los países relativamente prósperos, donde no sólo hay más conciencia y preocupación pública por la conservación de la naturaleza, sino también mayor disposición a pagar por ella (Pagiola y Platais, 2002).

Además del valor puro de existencia, otra justificación frecuentemente citada como recurso para salvar los ecosistemas naturales es el potencial o “valor de opción” que representan el material genético natural o los compuestos que existen naturalmente, y que pueden ser utilizados para la investigación farmacéutica y la elaboración de nuevos fármacos.

Con la finalidad de garantizar la subsistencia de áreas que garantizan la biodiversidad, se han establecido las Reservas de la Biósfera, que han de cumplir tres funciones básicas:

El mantenimiento de la diversidad biológica y del buen estado de los ecosistemas.

La mejora de las condiciones de vida de la población local a través de modalidades de uso de los recursos naturales compatibles con su conservación.

El apoyo a la investigación, educación y formación ambiental a través del intercambio de información entre las reservas integrantes de la red internacional.

El concepto de Reserva de la Biósfera, añade muchos elementos nuevos al concepto tradicional de espacios naturales protegidos, como la creación de una red de escala mundial, la importancia de la investigación científica, la formación y la

educación ambiental, la contribución al desarrollo y la participación social.

La Unesco ha declarado hasta la fecha 375 Reservas de la Biósfera en 90 países, que representan los principales tipos de ecosistemas de la tierra y ejemplos de usos tradicionales de los recursos naturales.

Existe un reconocimiento creciente de que la diversidad biológica es un capital global de tremendo valor para las generaciones presentes y futuras. Al mismo tiempo, la amenaza a especies y ecosistemas nunca ha sido tan grande como lo es en el presente. La extinción de especies, causadas por las actividades humanas continúa a tasas calificadas como altas.

3.4 Regulación de desastres naturales

Otro aspecto relacionado con el uso de la tierra y su consecuencia en el ciclo del agua es el vínculo entre la deforestación, las inundaciones y los desastres naturales. Los bosques pueden mitigar el riesgo de inundaciones, al reducir la cantidad de agua que escurre sobre la superficie durante las tormentas de alta intensidad.

Otro beneficio que proveen los bosques a la cuenca hidrológica es el control de la erosión, al filtrar más aguas lluvia que en lugares sin cubierta forestal y reduciendo el escurrimiento superficial. También se puede asociar a la presencia de árboles una reducción del impacto de la lluvia en el suelo, lo que disminuye el nivel de desplazamiento de partículas y su arrastre hacia la cuenca.

La sedimentación es otro proceso que los bosques ayudan a reducir. Los cuerpos de agua de la parte baja de una cuenca que esta cubierta por bosques presentan menor sedimentación que aquella sin cubierta forestal, lo que prolonga o preserva el valor de la infraestructura acuática. Por ésta se entienden canales de riego, puertos de vías marítimas, centrales hidroeléctricas y plantas de

tratamiento de agua. El nivel de sedimentación de una cuenca depende de muchos otros factores adicionales, como el tamaño de la cuenca, su geología y topografía, la estabilidad de los márgenes de los ríos y el estado del uso de suelos y caminos.

3.5 Valorización de los recursos naturales y opciones de mercado para los Servicios Ambientales

Los instrumentos económicos y de mercado han sido utilizados por varias décadas en la prevención de la contaminación y en la conservación de los ecosistemas (Mayrand y Paquin, 2004). El concepto de servicio ambiental, desde la perspectiva económica, se asocia a las externalidades positivas o beneficios externos derivados de las decisiones de producción o manejo. Estas externalidades deberían ser compensadas por aquellos que las reciben, entregándose esta compensación a los propietarios o administradores del recurso que generan este beneficio.

Conocer cuáles son estas externalidades y poder valorizarlas, contribuye a proporcionar criterios económicos para comparar decisiones alternativas o complementarias que hagan explícitos los beneficios monetarios producidos por dichos servicios. Este proceso de valoración presenta tres problemas que se deben resolver, que son la definición del servicio a valorar, su cuantificación física y su posterior valoración económica (Porras, 2003).

La valoración económica contribuye a cuantificar los beneficios sociales derivados de la provisión de servicios ambientales, pero se debe tener presente que un estudio sobre este tema no arroja automáticamente el monto a pagar a los productores por los servicios ambientales que producen (Herrador y Dimas, 2000).

Además de producir bienes agrícolas, ganaderos y forestales, las zonas rurales tienen un rol fundamental en la provisión de beneficios económicos y sociales mediante la producción de servicios ambientales, como la regulación y renovación del agua, la protección y conservación

Cuadro 2: Valor económico total de ecosistemas naturales.

Valor de Uso		Valor de no Uso	
Usos directos	Usos Indirectos	Valores de Opción	Valores de Existencias
<ul style="list-style-type: none"> o Madera y Leña o Productos Forestales no Maderables o Pesquería o Ecoturismo y Recreación o Prospección de Biodiversidad o Investigación Académica 	<ul style="list-style-type: none"> o Ciclo de Nutrientes o Protección de Cuencas Hidrográficas o Función Microclimática o Fijación de Carbono Almacenamiento de Carbono 	<ul style="list-style-type: none"> o Usos Futuros Directos e Indirectos 	<ul style="list-style-type: none"> o Especies Amenazadas o Especies Carismáticas o Hábitats Amenazados o Herencia Cultural o Paisajes

Fuente: Alzamora y Pinto, 2002

de la biodiversidad, la belleza escénica y la captura de carbono, que son servicios descritos anteriormente.

Algunos bienes y servicios que los ecosistemas producen, según el tipo de uso que estos tengan, ya sean valores de uso o valores de no uso, se presentan en el Cuadro 2.

Paralelamente con la valorización de los ecosistemas naturales, se han desarrollado mecanismos de mercado y otros esquemas de compensación o pago por servicios ambientales, principalmente relacionados con los bosques, la protección de cuencas hidrográficas, la captura de CO₂, la belleza escénica y la conservación de la biodiversidad. Estos mercados tienen como finalidad la preservación y protección de bosques y el bienestar de las personas.

El aumento de la presión sobre los recursos naturales y, con ello, sobre los servicios ambientales

que éstos generan, ha permitido la masificación de uno de los métodos de compensación usados más recientemente, relacionado con la conservación de los recursos naturales usados, que es el PSA-Pagos por Servicios Ambientales (CIFOR, 2005). Actualmente, existen varios programas de pagos por servicios ambientales en el mundo. Por ejemplo, profesionales del Instituto Forestal han desarrollado un proyecto piloto de PSA asociado a una cuenca hidrográfica en la comuna de Ancud, destinado a generar conocimiento sobre el tema y ofrecer un área demostrativa que pueda ser replicable.

Un PSA también se define como un sistema para sostener la oferta de servicios de los ecosistemas, en el cual los usuarios del servicio pagan por ellos y los proveedores del servicio ambiental son compensados por proveerlos. Todo ello en una relación voluntaria entre privados (Campos *et al.*, 2005).



Figura 1: Esquema de PSA.

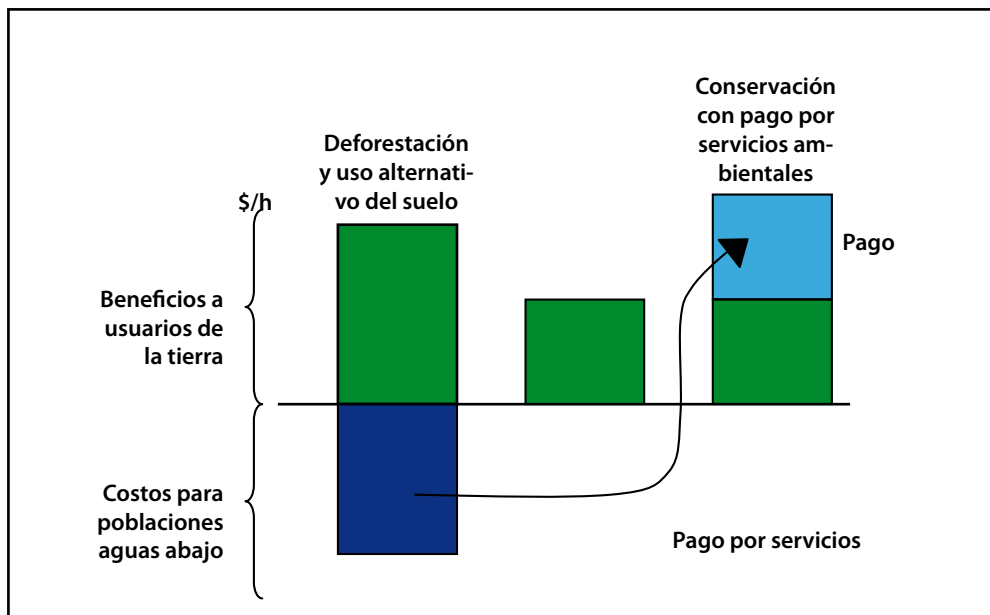


Figura 2: Ejemplo de pago por servicios ambientales en una cuenca hidrográfica.

Además de los oferentes del servicio y los demandantes, estos esquemas deben incluir una instancia en la cual se puedan negociar los distintos pagos y compensaciones por el servicio ambiental que se provee. Esta instancia es un comité administrador de PSA, donde participan todos los actores relacionados con el sistema y agentes externos que validan los pagos y las compensaciones que se prestan. Un ejemplo asociado a una cuenca hidrográfica se presenta en la Figura 1, en la cual se observa que los propietarios de la tierra pueden recibir un beneficio por la conservación del bosque, pero éste es menor del que les genera un uso alternativo de la tierra. Este uso alternativo de los bosques implica un costo a la población aguas abajo (Figura 2). El concepto del PSA radica en que los beneficiarios de este servicio ambiental compensen a los propietarios de la tierra, de tal manera que el pago del servicio ambiental sea igual o mayor que el ingreso proveniente del uso alternativo del suelo.

Para implementar un programa de PSA, la gran variedad de los servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas tiene que ser definida de manera precisa. Una vez identificadas, tienen que ser evaluada para valorarlas correctamente.

Como antecedente para el proyecto piloto de Ancud (Foto 3), se realizaron consultas a la comunidad, a través de las cuales se pudo saber que existe disposición a pagar un valor adicional por parte de los usuarios del servicio de agua potable por la conservación y cuidado del recurso bosque ubicado en la cuenca relacionada (el 83% de la gente está dispuesta a participar de un programa de conservación de la cuenca y el 75% tiene disponibilidad de realizar un pago adicional para la conservación de la cuenca). También existe disposición por parte de los propietarios de los bosques de la cuenca del río Mechaico (Foto 4), a aceptar una compensación para destinar parte de su predio a la conservación (el 80% acepta una

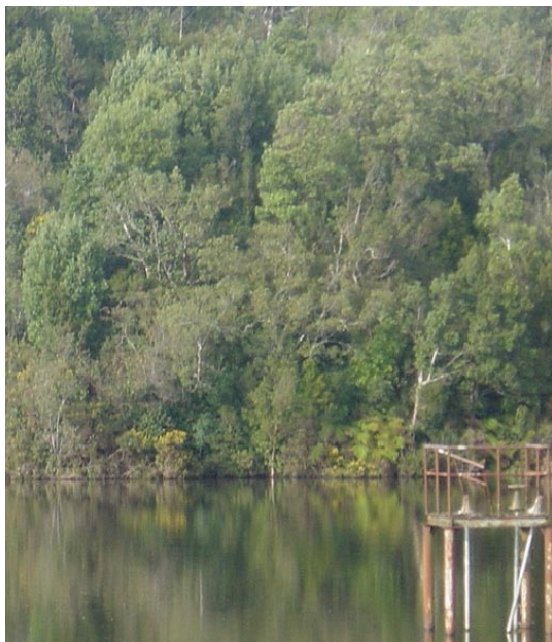


Foto 3: Tranque ESSAL, Ancud.

Fotos: Enrique Villalobos



Foto 4: Cuenca estero Mechaico, Ancud.

compensación por dejar de utilizar el bosque en actividades de extracción y el 67% esta dispuesta a cambiar el uso de las tierras por actividades de conservación y protección (Villalobos, Cabrera, 2007)).

Esto puede ser una buena señal para implementar este mecanismo en Chile, pero su implementación depende de que se defina claramente la forma en que este pago se realizaría para lograr el consenso entre las partes involucradas.

Otro mercado de servicios ambientales bien desarrollado es el llamado de los bonos de carbono, asociado a la firma del Protocolo de Kyoto (PK), acordado en la tercera sesión de la Conferencia de las Partes (COP) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) en 1997 (INFOR, 2009).

Este es un instrumento legal vinculante para los países industrializados con obligaciones ante la UNFCCC, donde se logró sobrepasar la fase piloto de la implementación conjunta y, en

términos reales, se crea la demanda de carbono. Los países industrializados se comprometieron a reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GHG) en 5% durante el quinquenio 2008-2012, respecto del nivel de emisiones de 1990. Se reconocen en este compromiso las acciones que se realicen a partir del año 2000. En Kyoto se logran tres condiciones básicas para el mercado del carbono: (i) Se crea la demanda; (ii) Se autoriza la oferta a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), y (iii) Se incluye la actividad forestal. Por medio del MDL, los países industrializados podrán adquirir reducciones de emisiones de CO₂ certificadas (CER), generadas a través de proyectos que fijen, reduzcan o eviten emisiones (PNUMA, 2002).

Dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio se pueden realizar actividades como reducción de las emisiones de GHG o actividades destinadas a aumentar las capturas o la fijación de GHG, principalmente CO₂, a través del manejo, conservación y establecimiento de bosques.

Los mercados de carbono son, en esencia, globales en alcance, y la mayoría de las transacciones involucran a compradores internacionales. Los mercados para los servicios de secuestro de carbono están bien desarrollados y son altamente competitivos. Esta competencia lleva a que los proveedores del servicio reduzcan los costos de transacción y minimicen el riesgo asociado con la confiabilidad de los créditos de carbono.

Como se ha señalado anteriormente, para el primer período de compromiso de cumplimiento del PK se limita el ámbito de actividades forestales elegibles para ser parte del MDL a proyectos de forestación y reforestación (F/R).

Se entiende por forestación para estos fines aquellas actividades humanas destinadas a convertir tierras que no han tenido bosques durante un período de al menos 50 años en terrenos con bosques, mediante plantación, siembra o manejo de siembra natural. Por actividades de reforestación se entienden aquellas actividades

humanas destinadas a repoblar tierras que tenían bosque, pero que habían sido convertidas a terrenos sin bosque. Para el primer período de cumplimiento, la reforestación deberá ocurrir en terrenos sin bosque al 31 de diciembre del año 1989 (PNUMA, 2002).

Para fines prácticos, los proyectos deben demostrar que el suelo, dentro de los límites del proyecto, no estaba cubierto con bosques en 1990 y que, a la vez, no se encuentran cubiertos con bosque al inicio del proyecto. El MDL entiende genéricamente por bosque a un área mínima del suelo de 0,05 – 1,0 ha, con la cobertura de copa arbórea (o nivel de la media equivalente) de más de 10-30% y con los árboles maduros *in situ*, con el potencial para alcanzar una altura mínima de 2 – 5m.

Actualmente, el Protocolo de Kyoto ha aprobado 11 metodologías para desarrollar proyectos MDL basados en actividades forestales, y se han registrado 6 proyectos F/R en el mundo. Hoy INFOR, junto con un grupo de propietarios de la Región de Aysén, está próxima de presentar para registro el primer MDL forestal del país (UNFCCC, Web site) en un suelo deforestado y altamente erosionado (Foto 5).

El objetivo del proyecto es la forestación de 490 ha con la especie pino ponderosa (*Pinus ponderosa* Douglas ex Lawson & C. Lawson), bajo el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

La forestación se realizará en la comuna de Coyhaique, en la Región de Aysén. El proyecto está enfocado hacia aquellas áreas que tienen una alta tasa de degradación y han sido declaradas en peligro de desertificación por el Gobierno de Chile. Para mejorar la sustentabilidad del proyecto en los aspectos económicos, se podrá cosechar la plantación al término de la rotación (40 años), se podrá incorporar ganado como un sistema silvopastoral y, lo más novedoso, se podrán vender certificados de reducción de emisiones (tCER), conocidos como bonos de



Foto 5: Suelos deforestados en la Región de Aysén.

Foto: Paulo Moreno

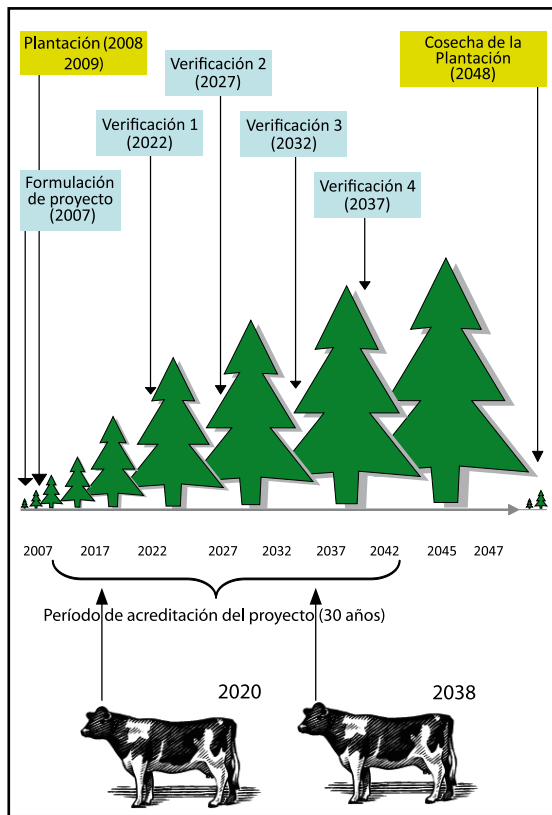


Figura 3: Esquema de proyecto MDL en la región de Aysén.

carbono. A continuación se presenta un esquema que muestra los componentes de este proyecto (Figura 3).

Desde la plantación hasta la cosecha y posterior forestación, el patrimonio estará regulado por el DL 701, donde la Corporación Nacional Forestal (CONAF) administra la bonificación forestal y sus obligaciones.

Estos son algunos de los ejemplos que se han desarrollado en el país para dar respuesta a la necesidad de darle valor a los servicios ambientales y poder entregar otras alternativas

de manejo sustentable.

3.6 Desafío para el futuro

Dada la importancia de los servicios ecosistémicos del bosque nativo, es importante estimular el desarrollo de estrategias de manejo innovadoras, que permitan maximizar los productos maderables y, al mismo tiempo, mantener e incrementar los otros bienes y servicios ecosistémicos que ofrece el bosque. En la actualidad no son considerados en la toma de decisiones en materia ambiental, porque no han sido cuantificados en términos físicos ni han sido valorados económicamente (Oyarzún *et al.*, 2005).

Los esquemas de manejo y compensación son iniciativas que no deben ser consideradas como soluciones finales a los problemas de conservación y manejo de los bosques naturales; son una herramienta más de una gama de posibilidades que se presentan para hacer un uso sustentable de los recursos naturales.

Para que este tipo de iniciativas sigan desarrollándose en Chile se deben tener en cuenta varios aspectos necesarios para evitar problemas que perjudiquen la aplicación de estos mecanismos, para lo cual se deben congregarse a varios actores.

Los tomadores de decisión deben saber que los fondos recaudados por el aprovechamiento de los recursos naturales deben ser reinvertidos en las zonas donde se generen, sea directamente en la actividad forestal de donde provienen los recursos o en actividades indirectas que promuevan su aprovechamiento sostenible. Se deben establecer marcos legales regulatorios y facilitadores de procesos que incluyan el PSA como alternativa de financiar el manejo sostenible de recursos naturales a nivel de cuencas.

En el caso de Chile, dada la gran cantidad de recursos naturales existentes, la oferta de servicios es muy abundante. Por lo tanto, la limitación para establecer un PSA pasa principalmente por la presencia de la demanda, aspecto crucial

cuando se buscan lugares donde aplicar este tipo de esquemas (Cabrera *et al.*, 2009). También las organizaciones locales deben contribuir a conducir proyectos de PSA, siendo una oportunidad para éstas el exigir su participación en todos los niveles del proceso de gestión y manejo ambiental. De esta manera, todos los usuarios directos e indirectos podrán demandar el pago de los servicios ambientales en forma organizada, así como la compensación que le corresponde a la población rural, en especial a los pueblos indígenas y campesinos que contribuyen con la existencia de los ecosistemas.

Los Centros de Investigación deben ser partícipes de estos mecanismos, al desarrollar investigación científica destinada a fortalecer y difundir estas metodologías para cuantificar las externalidades positivas o negativas generadas por un cambio de cobertura o uso de la tierra. Para esta tarea se deben integrar en los procesos de PSA los aspectos sociales, culturales, legales e institucionales.

Si la sociedad es capaz de mantener los sentidos orientados hacia la sustentabilidad de los ecosistemas de bosques, tanto en bienes y servicios, y abrir posibilidades para incorporar nuevas herramientas de gestión ambiental (PSA, MDL), se ofrecerán a las generaciones futuras posibilidades reales de disfrutar de los beneficios que ofrecen los bosques chilenos a lo largo y ancho del país.

3.7 Bibliografía

- Alzamora, R., A. Pinto (2002): "Metodologías de valoración económica para bosques naturales". Cuadernos del MEFO. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 47 p.
- Cabrera, J. (2007): "El pago por servicios ambientales, conceptos y mercados". CIFOR. Volumen 13 N°1. 177-186
- Cabrera, J. E. Villalobos, A. Pugin. (2007): "Boletín PSA". Boletín informativo N° 2. Instituto Forestal. 8p.
- Cabrera, J., Y. Rojas, A. Pugin. (2009): "Boletín PSA". Boletín informativo N° 4. Instituto Forestal. 8p.
- Campos, J., F. Alpizar, B. Louman, J. Parrotta, R. Madrigal (2005): "Enfoque integral para esquemas de pago por servicios ecosistémicos forestales". *Iufro World Series*, Vol 17. 26 p.
- CIFOR, (2005): "Payments for environmental services: Some nuts and bolts". *Cifor Info Brief* N° 9. 4 p.
- Donoso, C. (1981): "Ecología Forestal. El bosque y su medioambiente". Editorial Universitaria. Stgo. Chile. 368 p.
- FAO (2004): "Foro Electrónico sobre Sistemas de Pago por Servicios Ambientales en Cuencas Hidrológicas". Santiago. 27 p.
- Herrador, D., L. Dimas (2000): "Aportes y limitaciones de la valoración económica en la implementación de esquemas de pago por servicios ambientales". Prismas, San Salvador. El Salvador 16 p.
- INFOR, (2009): "Manual Elaboración de proyectos Forestación / Reforestación bajo el mecanismo de desarrollo limpio en Chile". Informe Técnico N° 176. Instituto Forestal. 140 p.
- Mayrand, K., M. Paquin (2004): "Pago por Servicios Ambientales: Estudio y evaluación de esquemas vigentes". Unisfera. Montreal. Canadá. 57 p.
- Oyarzún, C., L. Nahuelhual, D. Nuñez (2005): "Los servicios ecosistémicos del bosque templado lluvioso: producción de agua y su valoración económica". Santiago, Chile. *Revista Ambiente y Desarrollo*. 20(3) - 21(1): 88-95
- Pagiola, S., J. Bishop, N. Landell-Mills (2003): "La venta de Servicios Ambientales Forestales". Instituto Nacional de Ecología. México. 459 p.
- Pagiola, S., G. Platais (2002): "Pago por Servicios Ambientales". *Environmental Strategy Notes*. The World Bank. Washington DC. USA.

- PNUMA (2002): "Introducción al MDL: El Mecanismo de Desarrollo Limpio". Centro de Colaboración del Pnuma. Dinamarca. 33 p.
- Villalobos, E., J. Cabrera. (2007): "Diseño de un sistema de pago por servicios ambientales: el caso de Ancud". Presentado en XVII Congreso Nacional, Aidis. 11 p
- Porras, I. (2003): "Valorando los Servicios Ambientales de Protección de Cuencas: consideraciones metodológicas". III congreso Latinoamericano de Protección de Cuencas, Arequipa. 15 p.



PARTE II

**SILVICULTURA
DE LOS BOSQUES NATIVOS**

4.
LA REGENERACION
Hans Grosse

4. LA REGENERACIÓN

Hans Grosse

Una nueva generación arbórea comienza con la etapa de regeneración, durante la cual se establece la composición de especies que se desea proyectar. Esto significa que se deben tener presentes en ese momento el objetivo de producción y las diversas intervenciones a las que se puede someter la regeneración para cumplir con ésta (Burschel y Huss, 1987).

4.1 El establecimiento de la regeneración

La regeneración se establece normalmente bajo condiciones de protección. El tamaño de los espacios abiertos sin vegetación arbórea que deben dejarse para su instalación, depende de la ubicación geográfica y de la especie a regenerar. El

éxito de la regeneración esta íntimamente ligado al tipo e intensidad de corta de cosecha aplicada. Por ejemplo, en zonas con un período estival que puede tener carencia de pluviometría por más de cuatro semanas, como ocurre en la Precordillera de la Región del Bío Bío, en los bosques del tipo forestal Roble-Raulí de la hacienda Jauja, el hoyo de luz dejado por la cosecha no debería exceder en su diámetro la altura de los árboles circundantes (Foto 1). Distinta es la situación en zonas de alta pluviometría, con lluvias incluso durante el período estival, como ocurre en los bosques del tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa, donde en fajas con un ancho de 1,5 a dos veces la altura de los árboles circundantes, la regeneración muestra un desarrollo exitoso (Foto 2).



Foto 1: Hoyo de luz de 30m de diámetro (altura de los árboles circundantes: 30m) a los 3 años de su instalación, con regeneración natural de roble (sector Los Ñirres; hacienda Jauja (Precordillera de la Región de La Araucanía). Foto: Hans. Grosse



Foto 2: Faja de 80 m de ancho (altura de los árboles circundantes: 40 m) con plantación de raulí (Edad: 14 años) en el sector de Pilmaiquén; Área de Neltume; Cordillera de la Región de Los Ríos. Foto: Hans. Grosse



a) Frutos de raulí (*Pilmaiquén*)



b) Plantas de raulí de dos años de edad (monte alto), posterior al despeje del suelo mineral realizado con Bull-Dozer (Sector El Rayo).

Foto 3: Regeneración de raulí (Área de Neltume; Cordillera de la Región de Los Ríos.

Foto: Hans. Grosse

Durante la etapa de regeneración, donde las plantas no pasan 2 m de altura (Donoso, 1993), se debe optar por la regeneración natural, artificial o la complementación de ambas. Las especies por las cuales se opte (de mayor o menor tolerancia a soportar sombra), deben elegirse teniendo clara la meta productiva a la cual se lleva el rodal. Sin perder de vista esta meta, ya en esta etapa se debe modelar la composición de especies y se deben entregar las condiciones óptimas a las plantas para poder desarrollarse.

4.1.1 La regeneración natural

La regeneración natural consiste en la propagación del rodal a través de semillas que se encuentren en el suelo posteriormente a la cosecha y por los brotes de los tocones remanentes.

La propagación a través de semillas (monte alto) se facilita cuando, por ejemplo, el suelo mineral se encuentra descubierto (Foto 3) y las plántulas no compiten inicialmente, y hasta que se hayan consolidado con otras especies (por ejemplo *Chusquea spp.*, gramíneas, arbustivas). Después

de que *Chusquea spp.* florece, evento que ocurre separado por largos períodos de tiempo, que pueden ser hasta decenios, se dan condiciones óptimas para que se instale la regeneración por semillas (Foto 4).



Foto 4: Coligüe muerto, dejando áreas despejadas para el desarrollo de la regeneración arbórea (sector Alto Pasa, Área de Neltume; Cordillera de la Región de Los Ríos).

Foto: Hans. Grosse

La propagación a través de la retoñación de tocones se produce para la mayoría de las especies del bosque nativo chileno. Gracias a esta característica, los bosques donde participan roble y coigüe, junto a especies siempreverdes, se han podido recuperar después de los devastadores roces a fuego ocurridos principalmente durante la primera mitad del siglo XX (Foto 5).



Foto 5: Retoñación de raulí (Edad: 7 años) en el sector de Santa Julia; Comuna de Collipulli; Región del Bío Bío.
Foto: Hans. Grosse

4.1.2 La regeneración artificial

La regeneración artificial consiste en la utilización de plantas producidas en vivero. Éstas deben ser utilizadas para repoblar áreas desprovistas de vegetación arbórea y para complementar la regeneración natural y cumplir con las metas propuestas para el nuevo rodal. Para lograr una plantación exitosa se debe poner atención en la calidad de la planta, en el origen de la semilla, en la mejora genética que se desee obtener y en la técnica de plantación.

4.1.2.1 La calidad de la planta

Existen dos opciones de producción para las plantas: a raíz desnuda y en contenedor (Foto 6). Cuanto más difícil la situación del sitio, más recomendable resulta utilizar plantas con paquetes radicales de mayor tamaño (por ejemplo, contenedores de cerca de 300 cm³).

Desde el vivero las plantas deben cumplir con ciertos atributos morfológicos (Cuadro 1 y Foto 7) y fisiológicos (Cuadro 2), que aumentan sus opciones de éxito en terreno. La norma chilena



a) Raíz desnuda



b) Contenedor individual (300cm³)



c) Bandeja (135 y 80 cm³)

Foto 6: Producción de plantas. Foto: Hans. Grosse

Cuadro 1: Atributos morfológicos para plantas de raulí (según NCh2957).

Sistema de producción	Tipo de planta	Atributo	Magnitud
A raíz desnuda	1-0 ^a	Altura (A) Diámetro de cuello (D) Relación (D/A) Raíces	25-40 cm >5mm Mínimo 1/50 Longitud desde 8cm a 15 cm
	1-0 ^b	Altura (A) Diámetro de cuello (D) Relación (D/A) Raíces	40-100 cm >8 mm Mínimo 1/50 Longitud desde 20 cm a 30 cm. con abundante masa de raíces
Mixto	1* ^c	Altura (A) Diámetro de cuello (D) Relación (D/A) Raíces	25-40 cm >5mm Mínimo 1/50 Longitud desde 8cm a 15 cm
A raíz cubierta	1-0 ^d	Altura (A) Diámetro de cuello (D) Relación (D/A) Raíces	25-35 cm >3mm Mínimo 1/83 Pan íntegro. Volumen mínimo de la cavidad 135 cm ³

a) 1-0 : planta cultivada por 1 temporada en la platabanda en que fue sembrada originalmente.

b) 2-0 : planta cultivada por 2 temporadas en la platabanda en que fue sembrada originalmente.

c) 1* : planta cultivada inicialmente en contenedor y luego transplantada a platabanda, donde se mantiene hasta su despacho, todo esto en una temporada.

d) 1-0 : planta cultivada 1 temporada en contenedor hasta su despacho.



De izquierda derecha:

$D/H = 1/47$ ($D=3\text{mm}$; $H=14\text{cm}$)

$D/H = 1/57$ ($D=3,5\text{mm}$; $H=20\text{cm}$)

$D/H = 1/98$ ($D=4,5\text{mm}$; $H=44\text{cm}$)

Foto 7: Atributos morfológicos de la planta:

Foto: Hans Grosse

Cuadro 2: Atributos fisiológicos para plantas forestales (según NCh2957).

Tipo	Nutriente	Símbolo	Rango adecuado
Macronutriente	Nitrógeno	N	1,70% a 2,50%
	Fósforo	P	0,12% a 0,25%
	Potasio	K	0,50% a 1,50%
	Calcio	Ca	0,20% a 0,90%
	Magnesio	Mg	0,10% a 0,30%
	Azufre	S	0,15% a 0,20%
Micronutriente	Hierro	Fe	50 $\mu\text{g/g}$ a 400 $\mu\text{g/g}$
	Manganeso	Mn	100 $\mu\text{g/g}$ a 400 $\mu\text{g/g}$
	Zinc	Zn	10 $\mu\text{g/g}$ a 400 $\mu\text{g/g}$
	Cobre	CU	6 $\mu\text{g/g}$ a 400 $\mu\text{g/g}$
	Boro	B	10 $\mu\text{g/g}$ a 400 $\mu\text{g/g}$

de certificación NCh2957 (Quiroz *et al.*, 2009), los específica para raulí. Para los ejemplos entregados en la foto 7, la planta con la relación D/H= 1/57 es la que más se acerca a la norma. Al existir una diferencia mayor entre el diámetro del cuello de la planta y su altura, y también una desproporción con el volumen radicular, su desarrollo en terreno se hace riesgoso. El criterio de selección fijado ayuda también para catalogar a nivel general la calidad de otras especies nativas, especialmente las del género *Nothofagus*. A futuro se espera que esta norma también incorpore otras especies, entregando indicaciones específicas.

Para el silvicultor que aplique plantaciones complementarias será fundamental elegir plantas de tal calidad que puedan desarrollarse satisfactoriamente bajo las condiciones medioambientales del lugar a plantar. Sólo así podrá recibir las bonificaciones consideradas por la Ley del Bosque Nativo. Este es un nuevo desafío que comienza a tomar forma a partir del año 2009.

4.1.2.2 Origen de la semilla y mejoramiento genético

Para complementar regeneración natural o para cubrir espacios desprovistos de ésta, se plantea el desafío acerca de qué material plantar. Una vez definidas las especies, se debe decidir la procedencia de las semillas y su variabilidad genética. La determinación de las condiciones ambientales a las cuales una fuente de semillas está adaptada es el primer paso esencial para que el programa de plantación sea exitoso.

Lo anterior es un principio básico en el establecimiento de plantaciones. Al respecto, en poblaciones naturales el concepto de procedencia es equivalente al de raza geográfica. Éstas se generan en respuesta a las fuerzas evolutivas, como la selección natural, que varía en las diferentes partes del área de distribución natural de una especie. En consecuencia, corresponde a una subdivisión de la especie que consta de individuos genéticamente similares que ocupan un territorio específico al cual se han adaptado por selección natural (Zobel y Talbert, 1988).

Dado que las poblaciones naturales que evolucionan en determinadas condiciones ecológicas desarrollan ciertas singularidades genéticas que las hacen diferentes a otras poblaciones que se han desarrollado en condiciones distintas, resulta fundamental respetar la procedencia de las semillas para cada lugar a repoblar artificialmente. No respetar las procedencias puede afectar severamente la productividad del nuevo rodal desde el punto de vista de su crecimiento, e incluso por falta de adaptación a las condiciones climáticas del sitio donde se planta, lo que puede llevar a severos daños físicos de los árboles (por ejemplo heladas, períodos secos etc.), como a daños bióticos (falta de resistencia a hongos o insectos). Desde el punto de vista ecológico, si no se respetan las procedencias y se produce una mezcla de las semillas, a la larga se produce una contaminación genética difícil de revertir.

Las procedencias o razas geográficas ocurren más frecuentemente en especies con mayor área de distribución natural y que se desarrollan en una amplia variedad de ambientes. Esta divergencia o variación brinda la posibilidad de obtener ganancias genéticas por selección de procedencias, pero también obliga a tomar grandes precauciones para asegurar que las fuentes adecuadas se identifiquen antes de utilizarlas.

Se han realizado esfuerzos para establecer áreas de procedencia para roble y raulí (Vergara, 2000). Su distribución en la zona sur de Chile se entrega en la Figura 1.

Con la finalidad de que el nuevo repoblamiento se adapte a las condiciones del sitio a plantar y a las variaciones ambientales que se presenten durante su rotación, debe considerarse la relación de beneficio y riesgo que se asocia a la variabilidad genética. En general, una población genéticamente más diversa puede adaptarse mejor a las variaciones ambientales y crecer en una mayor diversidad de sitios. Por el contrario, una de menor variabilidad, como por ejemplo el caso extremo de una plantación monoclonal, puede maximizar la producción en un sitio determinado, pero también aumenta considerablemente el riesgo de que sea incapaz de enfrentar exitosamente variaciones ambientales mayores a aquellas a las que el clon puede soportar. En este sentido, es importante recordar que la selección natural y la adaptabilidad no se manifiestan en los valores promedio de variación ambiental, sino que en los valores extremos. Así, la plantación puede soportar adecuadamente los periodos de sequía o las heladas habituales que se presentan en cada estación, pero no tolerar un evento de mayor envergadura, como una gran helada o un período seco especialmente prolongado, fenómenos que se presentan cada prolongados períodos de tiempo. Como estos eventos extremos en general no son predecibles, una población más diversa es más apropiada para sobrellevarlos que una de menor diversidad genética.

Consecuentemente, la variabilidad genética es una condición que debe mantenerse en cualquier rodal para disminuir el riesgo de pérdidas y tender a una mejor capacidad de respuesta frente a variaciones ambientales extremas. Esto significa que las semillas a utilizar en cualquier plantación, incluso en las de pequeña superficie (1-2 ha), deben en primera instancia provenir de una procedencia adecuada para el lugar de plantación (adaptadas a las condiciones de sitio del lugar a plantar) y estar representadas por un mínimo de 20 a 50

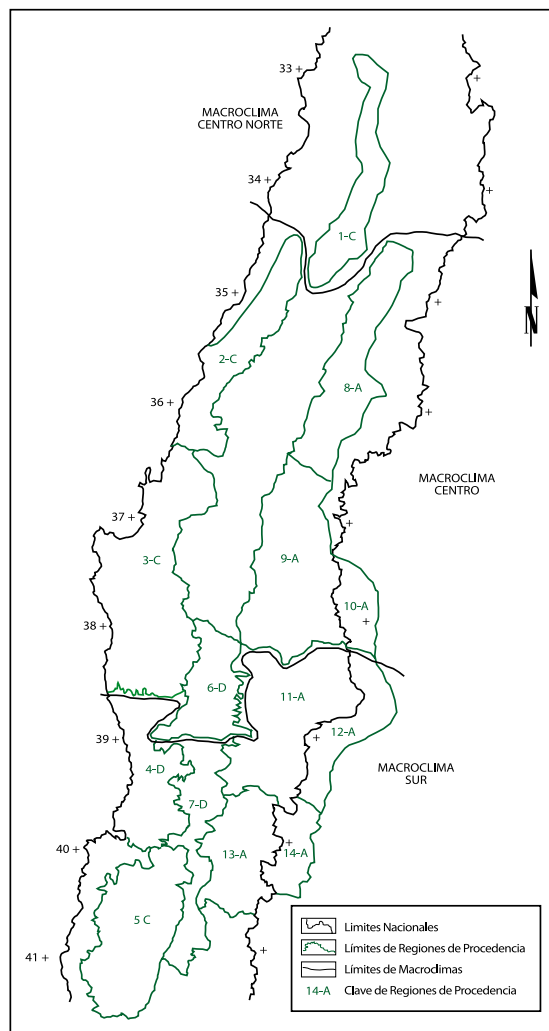


Figura 1: Macrorregiones de procedencia para roble y raulí (según Vergara, 2000).

árboles distintos, idealmente no emparentados. A medida que la superficie a repoblar aumenta, por ejemplo si se cosecha a gran escala, produciendo en un área determinada, sobre 10 ha, una suma de espacios (hoyos de luz, fajas u otra variante de corta de protección), resulta recomendable aumentar esta variabilidad a más familias. Otro factor a considerar para garantizar la variabilidad genética es el "añerismo", es decir, se deben utilizar preferentemente semillas cosechadas durante años en los cuales la producción de éstas sea alta, por cuanto en los años restantes se producen restricciones a la panmixia (hay menos árboles involucrados en el proceso de polinización).

Con la finalidad de ofrecer semillas con cierta ganancia genética en los aspectos fenotípicos, profesionales del Instituto Forestal, de la UACH y de CONAF han instalado áreas productoras de semillas (APS) para raulí y roble (Figura 2 y Foto 8).



Foto 8: Área productora de semillas de roble (fundo Arquihue; Cordillera, Región de Los Ríos).

Foto: Hans Grosse

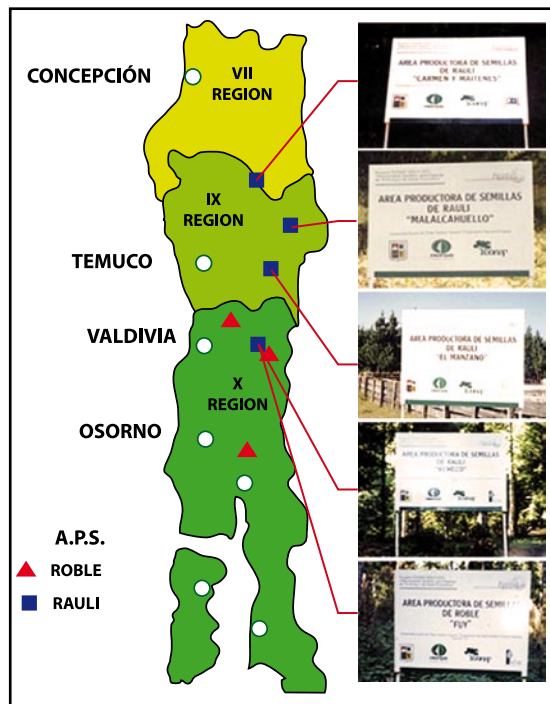


Figura 2: Áreas productoras de semillas de roble y raulí (según Gutiérrez, B., 1990).

Éstas consisten en rodales donde se han dejado en pie los mejores individuos con la finalidad de garantizar que las semillas que ahí se produzcan provengan de la cruce por polinización abierta de progenitores selectos.

Probablemente, durante mucho tiempo la estrategia de abastecimiento de semillas para el bosque nativo corresponderá a abastecerse desde APS, por lo cual deberá concentrarse el mayor esfuerzo en el establecimiento y manejo de tales unidades para así contar con material de reproducción adecuado. De esta forma se podrá ordenar, al menos para las especies más importantes, sus áreas de procedencia y asegurar un abastecimiento cualitativa y genéticamente aceptable.

Actualmente existen huertos semilleros clonales para raulí en San José de la Mariquina y en la localidad de Neltume (Región de Los Ríos). Su



a) mullido del suelo.



b) introducción de la planta.

Foto 9: Plantación en casilla. Fotos: Hans Grosse

existencia revela un esfuerzo pionero, que puede multiplicarse para otras especies y especificando su producción por áreas de procedencia. La opción de incorporar clones de ciertas especies a las plantaciones de bosque nativo deberá manejarse con el mismo cuidado que las plantas que tienen su origen en las APS, en el sentido de mantener la variabilidad genética.

El desafío de lo planteado es de largo plazo y pone nuevas y urgentes tareas a la ingeniería forestal y genética para cumplir con las exigencias de la sociedad para perpetuar el bosque nativo.

4.1.2.3 Período y técnica de establecimiento

El período y la técnica de establecimiento son factores muy importantes para un establecimiento exitoso. Las plantaciones se realizan durante el período de receso vegetativo de las plantas, lo que coincide con el período invernal. Ensayos con raulí y roble en el

fundo El Morro (Precordillera de la Región del Bío Bío), demostraron que la supervivencia alcanzada para estas especies alcanza los mejores niveles cuando se establecen durante julio para roble y agosto para raulí (Grosse *et al.* 1993). Experiencias obtenidas en el sector empresarial y en investigaciones adicionales, demuestran que se pueden obtener resultados exitosos entre los meses de junio y septiembre. Aquí depende de las condiciones climáticas del lugar donde se va a plantar, permitiendo la mayor pluviometría en el sur del país extender el período hacia la primavera. En caso de tener que plantar en lugares de difícil acceso durante el invierno (por ejemplo, sitios a gran altura), las plantas a utilizar deben ser guardadas a bajas temperaturas, para alargar su período de receso vegetativo hasta el momento de plantación (por ejemplo, guardar roble o raulí a 2-3° C en refrigerador).

La técnica de establecimiento depende de la condición edafoclimática y de la competencia a la que estará sometida la planta. Cuando



Foto 10: Aplicación de mulch para retener la humedad del suelo
a) con aserrín, b) con bolsas de basura y c) con hojas

Foto: Hans. Grosse

se trata de plantaciones complementarias aplicadas posteriormente a cosechas forestales, el suelo no está compactado y la competencia de otras especies es aún incipiente. En general, se trata de suelos que no han sido perturbados durante varios decenios y mantienen intactas sus condiciones físicas y nutricionales. Para este tipo de situaciones, es suficiente plantar en una casilla de 30x30x30 cm, siguiendo los esquemas de cuidado aplicados también en las plantaciones extensivas que habitualmente se realizan con la pala plantadora (Foto 9).

En caso de producirse una inesperada baja en las precipitaciones hacia el final del invierno o comienzos de la primavera, se puede optar por algún sistema de *mulch*, con la finalidad de retener humedad en el suelo (Foto 10).



Especial cuidado se deberá tener con la competencia de malezas, que deberán ser controladas mecánicamente, al menos durante dos a tres temporadas.

Bajo situaciones especiales de baja pendiente y de suelos livianos, el despeje de vegetación competidora a través de bulldozer presenta una alternativa efectiva, para evitar competencia y consolidar plantaciones (Foto 11).

La plantación bajo régimen intensivo se deberá aplicar básicamente en situaciones donde el suelo ha sido sometido a cultivos no forestales, como son los agrícola-ganaderos. En estas situaciones,



Foto 11: Plantación de raulí (Edad: 1 año) en fajas abiertas por Bulldozer en suelos livianos (sector Piedras Negras, Pilmaiquén; área de Neltume; Región de Los Ríos).

- Sector fajeado por Bulldozer: 65%
 - Sector libre de copas: 45%
- Foto: H.ans Grosse

en las que es común encontrar compactación de suelo y deficiencias de nutrientes, se deben aplicar técnicas de establecimiento que se consideran de régimen intensivo. La compactación del suelo puede afectar dramáticamente la supervivencia de las plantas, tal como lo demuestra un ensayo en la costa de la Arauco (Región del Bío Bío), donde plantaciones de raulí en un suelo con una densidad aparente de $0,91\text{g/cm}^3$, al cabo de tres años sólo mantenían el 10% de plantas vivas, al contrario de lo ocurrido en suelos donde ésta variaba entre $0,62\text{-}0,66\text{g/cm}^3$, donde se mantenía cerca de 90% de supervivencia (Grosse y Pincheira 1998). Una aplicación a gran escala de un método intensivo de plantación fue realizada en el fundo Catanlí ($39^{\circ}34'$ Sur y $72^{\circ}20'$ Oeste, Región de Los Ríos) propiedad de la empresa Bopar S.A. (Ríos, 2008), el cual había sido sometido anteriormente a uso agrícola ganadero. El suelo corresponde a la serie Los Lagos, formado por cenizas volcánicas, donde la densidad aparente en el horizonte A era de $0,8\text{g/cm}^3$, descendiendo a $0,6\text{-}0,7\text{g/cm}^3$ a mayor profundidad. Fue subsolado hasta 60 cm de profundidad y cada planta fue fertilizada con una dosis de 120 g con una proporción de N 8%, P 24% y K7%. Se destaca la diferencia de crecimiento de raulí a los cinco años de edad entre los sectores subsolados y plantados con casillas, obteniéndose un crecimiento mayor correspondiente para la altura, en 4-7,9%, y para el diámetro, en 11-22%. La alta calidad nutricional de este suelo hace suponer que el mayor impacto se obtuvo por la descompactación obtenida a través del subsolado. Este sólo pudo manifestarse por el eficiente control de malezas. Antecedentes sobre fertilización de plantaciones de raulí en suelos trumao en el fundo Jauja (sector Tremohue, Precoyuntura de Collipulli, Región de La Araucanía) corroboran que la fertilización en suelos inalterados no afecta la supervivencia ni el crecimiento de las plantas, (Grosse, *et al.*, 1991). Los antecedentes conocidos hacen recomendable, entonces:

En suelos con compactación: Realizar subsolado o instalar una casilla suficientemente grande para mejorar la penetración radicular.



a) Monte bajo de lingue.



b) Plantación complementaria de raulí.

Foto 12: Aspectos de la regeneración instalada en un hoyo de luz de 30m de diámetro (altura de los árboles circundantes: 30m) a los 3 años de su instalación (sector Los Ñirres; hacienda Jauja (Precordillera de la Región de La Araucanía).

Regeneración total: 8.400 vástagos, entre monte bajo (MB), alto (MA) y plantación (PL)

Fotos: Hans Grosse

- Raulí: 2000 (MB: 1.600, MA: 400, PL:400)
- Roble: 400 (MA)
- Lingue: 2.400 (MB)
- Mañío: 1.200 (MB: 800, MA: 400)
- Avellanillo: 400 (MA)
- Avellanillo: 1.600 (supuestamente MB)

En suelos con y sin compactación el control de malezas es fundamental para optimizar el crecimiento de las latifoliadas nativas.

4.2 La complementación entre regeneración natural y artificial

Después de ejecutar la cosecha, bajo cualquier método de corta de protección, usualmente se instala regeneración natural, ya sea por brote de tocón o por semillas. Ésta puede resultar deficitaria en la composición de especies, la abundancia y distribución espacial (aglomeración) de alguna especie que se desee proyectar, y en la calidad de estas (forma, estado sanitario, rendimiento bajo al tratarse de vástagos de brotes de tocón muy antiguos). Para estos casos se debe complementar la regeneración existente a través de regeneración



Foto 13: Tala rasa en el tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe (sector La Seis, Amargo, Collipulli, Región de La Araucanía).

Foto: Oscar Larrain



Foto 14: Plantación complementaria con coigüe (aprox.: 1.400 árboles/ha), después de tala rasa (Edad: 7 años, DAP: 4,9 cm, Altura: 5,7 m) – Tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe; Sector Santa Julia, comuna de Collipulli, Región de La Araucanía.

- Existencia de vástagos de *Nothofagus*: aprox. 200 raulí/ha y 700 robles/ha
- Además existen vástagos de lingue, avellano entre otros. Foto: Hans Grosse

artificial, lo que también está considerado en las bonificaciones que se obtienen a través de la Ley del Bosque Nativo. Cuando por cosechas se han eliminado especies valiosas o sólo han quedado árboles remanentes de muy mala calidad, se pueden reincorporar las especies faltantes o de interés a través del llamado “enriquecimiento” (Grosse *et al.*, 2007). Para el ejemplo en la Foto 12, a pesar de existir una generosa oferta de 8.000 plantas entre monte bajo y alto, se optó por complementar con 400 plantas/ha de raulí, dado que el raulí existente (2.400 plantas/ha con 1.600 de monte bajo y 400 de monte alto), se encuentra aglomerado en solo un sector del área a regenerar. Para obtener una representación homogénea de raulí en el área y así, en una primera etapa, una dominancia de especies de baja tolerancia en el dosel superior, se justifica esta complementación.



Foto 15: Cortas de liberación en regeneración de lenga bajo árboles de la generación anterior (Reserva Río Claro, Región de Aysén). Foto: Hans Grosse

La plantación debe realizarse lo antes posible después de la cosecha, para evitar que el monte bajo supere en crecimiento el material plantado. Al tratarse de bosques con combinaciones de especies de diversa tolerancia, se debe tener clara la meta del rodal al plantar para elegir las especies. Esto, en el sentido de priorizar hacia una estructura con dominio de especies de baja tolerancia, una que mantiene las especies de baja tolerancia en baja participación, o bien una donde se prioriza la participación de especies altamente tolerantes.

En caso de aplicarse alguna corta donde, por su tamaño, no existe protección entregada por árboles de la generación anterior, lo que podría identificarse como una tala rasa (entre 1-5 ha y en superficies que se aproximan a 1 ha), la plantación deberá esperar hasta que los vástagos

Según Grosse *et al.*, 2008

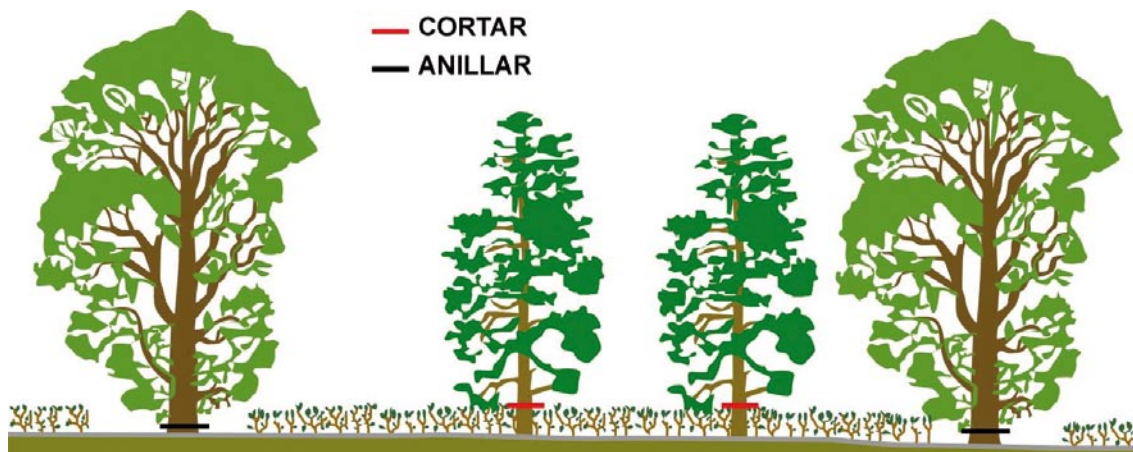


Figura 3: Esquema de una corta de regeneración:

- Los árboles a cortar deben estar sanos para justificar su cosecha y, al hacerlo, el daño producido a la regeneración debe ser mínimo. Ayuda para lograr este fin voltear durante el invierno, cuando las copas se encuentran desprovistas de follaje.
- El anillamiento debería aplicarse a árboles sin valor comercial (deformes o con alto grado de pudrición). Su caída se produce por partes y demora varios años (primero las ramas y al final el fuste), por lo cual el daño producido a la regeneración es mínimo.

brotados de tocón tengan al menos 2 m de altura, para tomar ellos la función protectora (Foto 13). En esta situación se plantea desde un inicio una diferencia de altura entre el monte bajo y los árboles plantados, lo que dificulta a futuro el manejo del rodal.

Un hecho que refleja esta situación se entrega en la Figura 14 donde, después de una tala rasa en 1,5 ha, se realizó una plantación complementaria con coigüe.

La plantación complementaria resultó exitosa, al ubicarse bajo protección de los vástagos que brotaron de tocón. Para esta situación se instaló un exceso de coigües, si se considera que ya existían cerca de 900 vástagos entre raulí y roble. Tomando en consideración que se quisieran obtener alrededor de 300 árboles finalistas de *Nothofagus* y que se haría una estricta selección cualitativa de éstos, habría sido suficiente con plantar unos 300 coigües/ha para obtener una mezcla equilibrada de las tres especies. Con esto

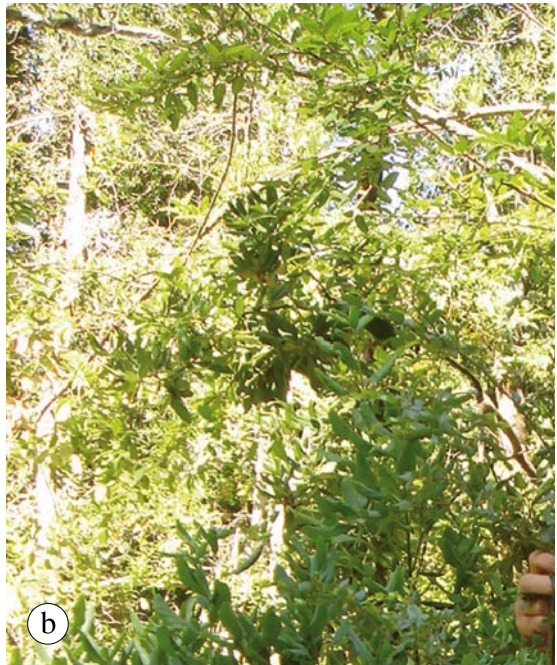
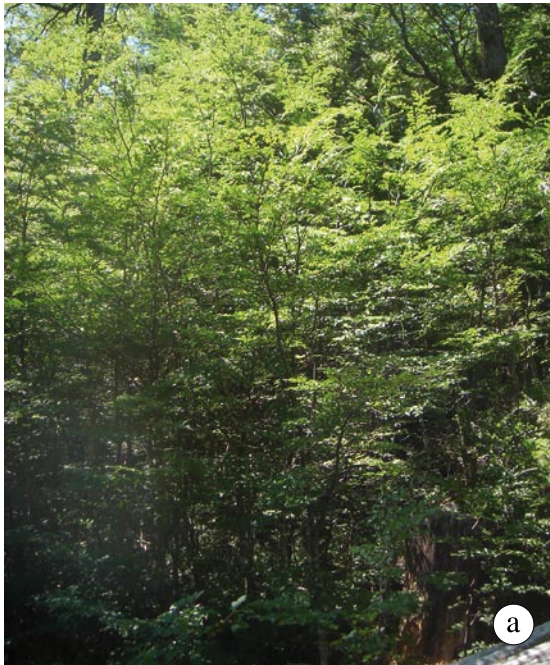
se asegura el estrato superior. El estrato bajo formado por especies tolerantes, se debe dejar en pie para considerarlo como opción de mezcla en generaciones futuras.

4.3 El manejo de la regeneración

Una vez establecida la regeneración, se le debe ayudar para que las plantas puedan potenciar su desarrollo. Durante los primeros años (normalmente hasta el tercero), resulta fundamental liberar los árboles a proyectar de una competencia indeseada, ya sea de la misma u otras especies. Durante esta etapa se realizan las cortas de liberación y de limpieza.

4.3.1 Cortas de liberación

Las cortas de liberación se aplican para abrir espacio a la regeneración, debiendo eliminarse individuos



a) Lenga (Reserva Río Claro, Región de La Aysén);
b) y c) Coigüe y Raulí, respectivamente (plantación
complementaria en un hoyo de luz (sector Los Ñirres;
hacienda Jauja, Precordillera de la Región de La
Araucanía)

Foto 16: Regeneración que requiere aplicación de corta de
limpieza:

Fotos: Hans Grosse

del estrato superior, generalmente árboles viejos, pertenecientes a la generación anterior (Hawley y Smith, 1982; Daniel *et al.*, 1982). Al cosechar, aplicando una corta de protección uniforme, por ejemplo para lenga, una vez consolidada la regeneración es indispensable eliminar a través de extracción o anillado en pie a los árboles viejos que entorpecen el paso de la luz (Foto 15, Figura 3). Las cortas de liberación normalmente coinciden con las cortas de limpieza.

Según Grosse *et al.*, 2008

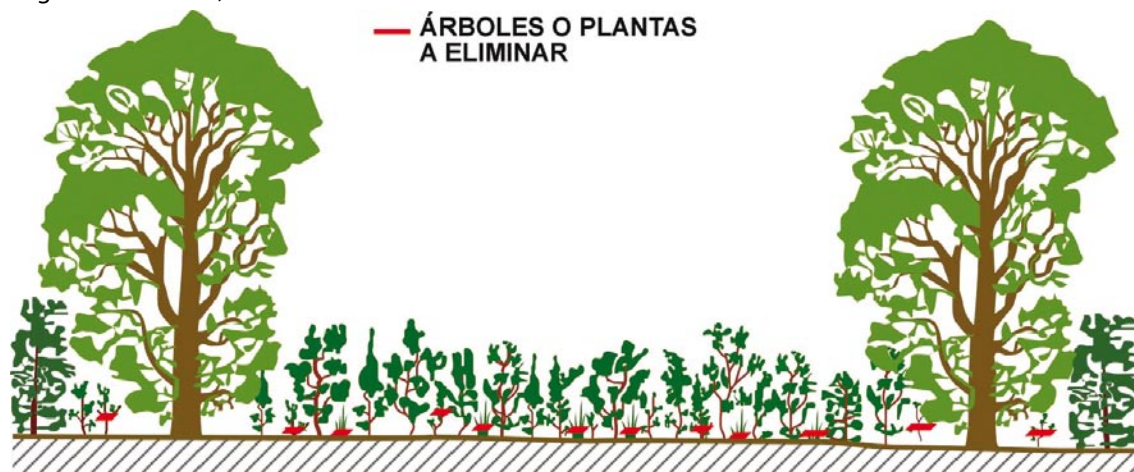


Figura 4: Corta de limpieza (la línea roja indica los árboles a eliminar)

4.3.2 Cortas de limpieza

Las cortas de limpieza consisten en liberar aquellas especies que se deseen proyectar en el rodal (Hawley y Smith, 1982, Daniel *et al.*, 1982). En el bosque nativo, donde por lo general existe una gran abundancia de regeneración natural de especies de diversa tolerancia (monte bajo y alto), enfermas, u otras como *Chusquea sp.*, arbustivas exóticas y diversas gramíneas, trepadoras, es fundamental liberar tempranamente los árboles de valor, con la finalidad de que éstos no se pierdan o atrasen su desarrollo indebidamente (Foto 16 y Figura 4). La intervención debe hacerse antes de que la competencia frene el crecimiento de las plantas a proyectar.

Para poder realizar una aplicación puntualizada al individuo, la liberación mecánica resulta más precisa que la química, cuya aplicación se ve dificultada por una posible deriva del herbicida en un sistema complejo, formado por un gran número de especies, además del factor de posible contaminación ambiental.

El impacto de liberación sobre las plantas de las cortas de limpieza tiene un efecto altamente significativo sobre su desarrollo inicial, que debe

considerarse especialmente cuando se trata de especies de baja tolerancia, de las cuales se pretende un crecimiento rápido.

4.4 Bibliografía

- Burschel, P. y Huss, J (1987): "Grundriss des Waldbaus". Pareys Studentexte 49. Verlag Paul Parey – Hamburg, Berlin. 352
- Daniel T.W., Helms J. y Baker F. (1982). "Principios de silvicultura". Mc. Graw – Hill Co. Inc., México
- Donoso, C. (1993): "Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Ecología Forestal". Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 483 p.
- Grosse, H., Quiroz, I., Kannegiesser, U. y Valdés, M. (1991): "Desarrollo de plantaciones de raulí y roble en función de su preparación en vivero y en terreno – sector Tremohue, Jauja". En: "Investigación manejo silvícola del bosque nativo". Informe final N0 5. Infor-Corfo. 84-102.

- Grosse, H., Quiroz, I. y Valdés, M. (1993): "Ensayos de época de plantación y tipo de planta". En: "Investigación manejo silvícola del bosque nativo". Informe. Infor-Corfo. 17-34.
- Grosse, H. y Pincheira M. (1998): "Efecto del tamaño de contenedor en el desarrollo inicial de plantaciones de raulí" (*Noth. Alpina Poepp. Et Endl*). Primer Congreso Latinoam. Iufro Valdivia Chile.
- Grosse, H., Larrain, O., Sotomayor, A. (2007): "Guía para el manejo de los bosques dominados por especies del género *Nothofagus*". Registro de propiedad intelectual 166626, ISBN: 978-956-318-000-8. Instituto Forestal – Conaf – Innova – Corfo. 57 p.
- Gutiérrez, B (1990): "Áreas productoras de semillas en el mejoramiento genético de *Nothofagus*". En: "Domesticación y Mejora Genética de Raulí y Roble". Editores: Ipinza, R., Gutiérrez, B. y Emhart, V. Universidad Austral de Chile-Instituto Forestal. Valdivia. Chile. 215-236.
- Hawley R. y Smith D. (1982). "Silvicultura Práctica". Ediciones Omega S.A. Barcelona, España. 544 págs.
- Quiroz, I., García, E., González, M., Chung, P., Casanova, C., Soto, H. (2009): "Calidad de la planta y certificación". Centro Tecnológico de la planta. Infor. (www.ctpf.cl)
- Ríos, A. (2008): "Desarrollo inicial de plantaciones de Raulí y Raulí-Roble de cinco años bajo un régimen de establecimiento intensivo en la depresión intermedia de la Región de los Ríos, Chile". Tesis de grado. UACH.
- Vergara, R. (2000): "Regiones de procedencia de *Nothofagus alpina* y *N. obliqua*". En: "Domesticación y Mejora Genética de Raulí y Roble". Editores: Ipinza, R., Gutiérrez, B. y Emhart, V. Universidad Austral de Chile-Instituto Forestal. Valdivia. Chile. 121-132.
- Zobel, B. y Talbert, J. (1988): "Técnicas de mejoramiento Genético de Árboles Forestales". 1ª Ed. Editorial Limusa, México. 541 0.



5.
SILVICULTURA DE BRINZALES Y LATIZALES
Hans Grosse

5. SILVICULTURA DE BRINZALES Y LATIZALES

Hans Grosse

En el presente capítulo se analiza la estrategia a seguir en función de los productos que se deseen obtener de un rodal determinado, y luego se presentan las opciones de cortas intermedias y sus impactos sobre éste.

5.1 Estrategia de las cortas intermedias

Al establecer un programa de manejo para un rodal se debe tener presente cuál es el objetivo que se persigue lograr. Para definirlo, se debe tener presente la mezcla de especies con las que se va a trabajar, la capacidad productiva del sitio, el diámetro objetivo fijado para cada una de ellas, el largo de la rotación y el posible destino de la madera a producir (que de por sí define la calidad de la madera en pie).

Las diversas opciones de mezcla de especies en las sucesiones naturales de los bosques de *Nothofagus* de los tipos forestales Coigüe-Raulí-Tepa y Roble –Raulí van desde rodales puros de *Nothofagus*, pasando por distintas mezclas con especies tolerantes, hasta comunidades puras de éstas (Uebelhör, 1984). Sus estados van cambiando constantemente por incidencia de catástrofes geológicas, como derrumbes y alteraciones por temporales que afectan superficies grandes y pequeñas (Figura 1). También bosques de crecimiento secundario presentan distintas situaciones en ese esquema (Foto 1).

La mezcla de especies a elegir para un bosque productivo depende fuertemente del rendimiento, en términos volumétricos y del valor, que se quiera obtener. Bajo este aspecto, las especies del género *Nothofagus* son de baja tolerancia y, por

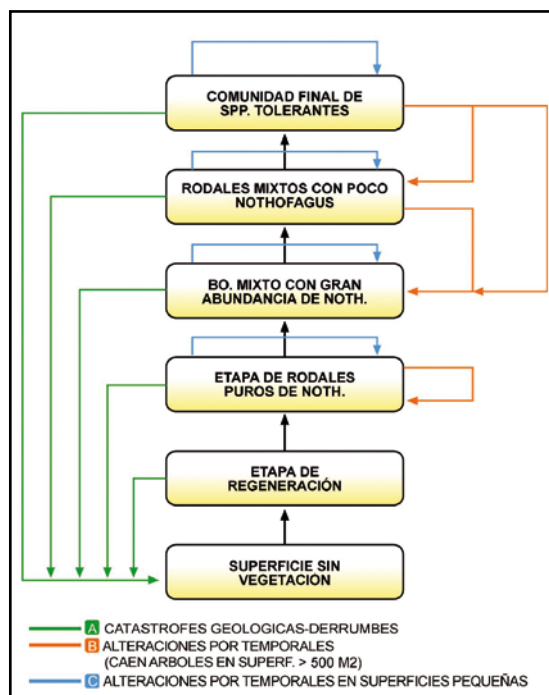


Figura 1: Esquema del desarrollo sucesional para bosques de *Nothofagus* en Los Andes Valdivianos (Fuente: Uebelhoer, 1984).

lo tanto, son las que primero ocupan los espacios y luego crecen rápidamente. En consecuencia, resulta obvio para el silvicultor que los bosques de los tipos forestales en discusión deberán tener siempre una alta participación de roble, raulí o coigüe. También debe tenerse presente al tomar esta decisión que, a medida que se van simplificando los sistemas, aumentan los riesgos de plagas y enfermedades (Schopf y Köhler, 1995; Grosse y Müller-Using, 2008). Esta situación resulta crítica en rodales puros de roble atacados



Foto 1: Distintas etapas del desarrollo sucesional de bosques mixtos de *Nothofagus*: Fotos: Hans Grosse

a) Bosque con gran abundancia de *Nothofagus* (Tipo: Coigüe-Raulí-Tepa; sector Pidihuil, área Neltume, Región de los Ríos. Diámetro medio: 42,3 cm; Área basal: 36,5 m² (raulí: 57%, roble: 27%, tepa: 16%); con tres raleos.

b) Bosque con mediana abundancia de *Nothofagus* (Tipo: Roble-Raulí; fundo El Huemul, Precordillera Región del Bío Bío. Diámetro medio: 37,9 cm (raulí: 100,5 cm, tolerantes: 29 cm); Área basal: 69,8 m² (raulí: 45,4%, tolerantes: 54,6 m² (mañío, lingue, olivillo, peumo, avellano y avellanillo).

c) Bosque ocupado exclusivamente por especies tolerantes (Tipo: Roble-Raulí; fundo El Huemul, Precordillera Región del Bío Bío. Diámetro medio: 29,1cm; Área basal: 50,6 m² (mañío: 34,4%, lingue: 31,0%, peumo: 17,4%, olivillo: 8,9%, canelo: 4,7%, laurel: 3,6%).

por *Holoferus* (Fuentealba, 2005). Para mantener los equilibrios con la biota, resulta entonces importante considerar la participación de especies tolerantes, aunque esto sea en menor medida.

La capacidad productiva del sitio es la que definirá si vale la pena una alta inversión en cortas intermedias. A medida que el sitio asegura una alta productividad, éstas encuentran su justificación, ya que apuntan a la obtención de productos de alto valor (chapa, madera libre de nudos). Si el sitio es de baja productividad, probablemente no se justifiquen cortas intermedias al producirse volúmenes de bajo valor (leña, chips).

Al aplicar cortas intermedias, que apuntan a liberar los mejores árboles (los árboles futuros; ver cap 5.2.2.5), se fija un diámetro objetivo al que se pretende llegar y el que indicaría el momento en que se debe realizar la cosecha. El tiempo de espera para llegar a ese momento depende de la oportunidad e intensidad con

la que se interviene. Existen muchas opciones, siendo las históricamente más aplicadas en Chile, las intervenciones tardías, bajo un régimen de raleos conservadores, que apuntan a rotaciones largas. Por el otro lado, se ofrece el manejo del crecimiento rápido, que potencia el crecimiento individual de los árboles impidiendo, a través de continuas aperturas del dosel, que las copas de los árboles compitan entre sí. Entre ambos esquemas se ofrecen muchas opciones intermedias.

5.2 Clareo y raleo

Una vez que la regeneración ya se encuentra consolidada después de aplicar cortas de limpieza y/o de liberación, se pasa a nivel de brinjal (rodal con diámetro < a 5 cm y altura sobre 2 m, (Donoso, 1993)). En esta etapa comienza su modelación, que se ejerce liberando los árboles a proyectar hacia el futuro.

5.2.1 Clareo

El clareo se aplica en situaciones donde la regeneración natural ha sido muy abundante, reduciendo la competencia intra e interespecífica, estimulando el crecimiento de los árboles remanentes. Una necesidad muy clara para esta situación se encuentra en bosques de lenga, donde la escasa presencia de sotobosque y generosas semillaciones pueden llevar a la presencia de cientos de miles de plantas por hectárea, dependiendo su desarrollo de la cobertura existente (Bava, 1999; Schmidt, 1976; Schmidt y Urzua, 1982; Uriarte, 1987). Un inventario sobre la existencia y daño producido por ramoneo realizado en la Región de Magallanes durante los años 2000 al 2001, corrobora lo indicado. Para una ocupación de sitio correspondiente a 60 m² de área basal, indica que es frecuente encontrar una existencia media de 300.000 árboles por hectárea, en un rango de altura entre 1 a 3m, y para una ocupación de 20 a 45 m², alrededor de 150.000 (Grosse, 2001). Esto significa que por cada metro cuadrado existen 30 a 15 árboles (Foto 2). Esta enorme competencia ayuda a que los árboles crezcan bastante derechos y no se exprese el simpodismo de la lenga. Por otro lado, la excesiva competencia frena el desarrollo diamétrico de los árboles. En estos casos se deben aplicar intervenciones sistemáticas para poder penetrar a los rodales, que consisten en fajas con un ancho de 1-1,5 m y que se repiten cada 3 a 5 m. De este modo, se visualizan los árboles al interior del rodal, lo que permite realizar la selección de los individuos que se desee proyectar. Dada la gran abundancia, resulta difícil determinar cuántos competidores eliminar, por lo que resulta más simple realizar en una primera intervención la corta total de competidores en un radio determinado alrededor de cada árbol seleccionado. Si este radio fuese de un metro, por árbol se despejarían 3,14 m². Si se seleccionan y despejan 1.000 árboles, se abrirían 0,314 ha. Este tipo de intervención ha demostrado no desestabilizar los árboles seleccionados

remanentes frente a la carga de nieve y el viento, como se ha demostrado en un ensayo establecido en la Reserva Forestal Coyhaique. La intensidad de la intervención finalmente depende de las condiciones de estabilidad de los árboles remanentes y las condiciones climáticas particulares de cada lugar.

Para situaciones con brinzales de densidades menores, como se encuentran en los otros bosques de *Nothofagus*, la selección normalmente no requiere de fajas de penetración, y se puede fijar la intensidad de la intervención en número de árboles a eliminar por individuo seleccionado.

5.2.2 Raleo

El raleo consiste en extraer los árboles que compiten con los árboles seleccionados de mayor calidad (los árboles futuro), con la finalidad de concentrar la producción maderera en ellos, asegurar la estabilidad del rodal y manejar la mezcla de especies (Dengler, 1982; Hawley y Smith, 1982). Básicamente, se realiza cuando la estructura del rodal corresponde a latizal (DAP: 5-20 cm y altura < 20 m) y fustal delgado (DAP: 20-35 cm). La decisión sobre la realización o no de un



Foto 2: Brinzales de lenga en Tierra del Fuego, bajo la cobertura de los árboles remanentes de la generación anterior.

Foto: Hans Grosse

raleo y la programación de éste, dependerá de la calidad del rodal, su edad y capacidad de reacción, su estabilidad, la productividad del sitio, su grado de ocupación y la composición de especies.

5.2.2.1 La calidad del rodal

La calidad del rodal incide en la decisión sobre si conviene continuar proyectándolo y si, además, resulta rentable invertir en raleos para hacer engrosar árboles seleccionados. Si estos “árboles futuro” no cumplen con características de alta calidad, sólo se proyectaría hacia el futuro un volumen para usos menos nobles. Parte importante de los bosques de segundo crecimiento, al no ser intervenidos a través de raleos o podas, presentan severas limitaciones de calidad en términos de daños por insectos y por pudrición. Un ejemplo de esto es un muestreo realizado en el fundo El Morro, ubicado en la Precordillera de la Región del Bío Bío (Grosse y Urrutia, 1992), donde se evaluaron más de 4.000 trozas en términos cualitativos, además del color de su volumen aserrado (38%). El rango de los rodales, en términos de número de árboles por hectárea, fluctúa entre 1.117 y 2.274, el área basal entre 38 y 65 m²/ha, el volumen entre 197 y 324 m³/ha, y el diámetro medio entre 16 y 21 cm. Para la suma de las especies roble, raulí y coigüe se detectó que el daño producido por pudrición supera el 60% para los diámetros que superan 40 cm, correspondiendo a los árboles de mayor edad. En 40% de las trozas el daño penetraba en más de 20 cm desde al menos uno de los extremos de la troza, y en cerca de 16% en menos de 20 cm (Figura 2). Entre las tres especies, el raulí resultó ser el menos propenso al daño.

Las tendencias de daño se repiten para el producido por insectos, donde el 62% de las trozas sobre 40 cm están dañadas, 30% presenta daño en menos de un cuarto de la cara y un 33% en más de un cuarto de ella (Figura 3).

La muestra entregada ejemplifica lo que sucede en la mayoría de los bosques de segundo

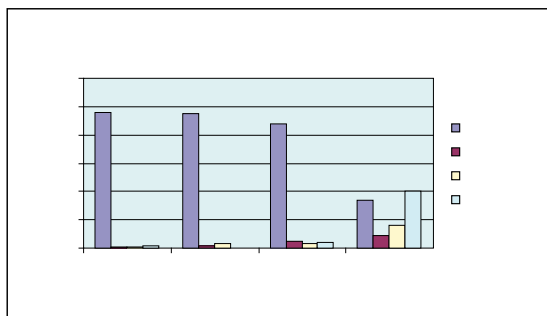


Figura 2: Porcentaje de pudrición en trozas de roble, raulí y coigüe en las categorías de sin daño, daño ligero y con penetración desde el extremo de la troza en un porcentaje <20 cm y >20 cm (fundo El Morro, Región del Bío Bío).

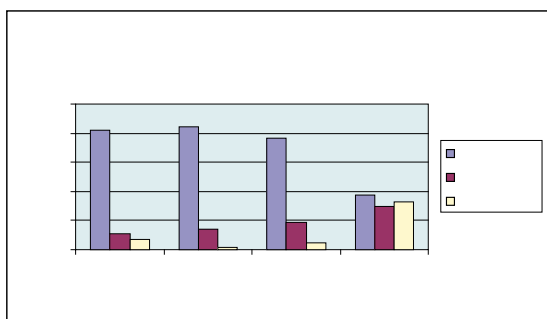


Figura 3: Porcentaje de daño producido por insectos para roble, raulí y coigüe en las categorías de sin daño, daño en un cuarto de la cara y sobre un cuarto de esta (Fundo El Morro, Región del Bío Bío).

crecimiento que, al no haber sido manejados en términos de podas y raleos, presentan para los árboles de mayor edad severos daños por pudrición e insectos. Para evitar estos problemas y si se pretende obtener madera de alta calidad, resulta indispensable ayudar a través del manejo. Par esto se debe evitar la proliferación de ramas muertas, lo que se evita a través de podas y raleos, actividades que deben realizarse de manera oportuna.

Otro factor que incide en la calidad de la madera es su coloración y la mezcla de colores, lo que depende de la edad de los árboles (Grosse y Urrutia, 1992). De las trozas que fueron aserradas, se pudo concluir que el mayor porcentaje de la

madera obtenida presenta mezcla de colores entre blanco y rosado (45-72%). Le siguen las blancas (22-49%), mientras que las rosadas (0-6%) y rojas-apellinadas (1-7%), sólo participan en una proporción muy pequeña (Figura 4). Las cortas intermedias y el régimen silvícola aplicado también pueden incidir en el color de la madera a obtener. Un régimen de manejo intensivo, mediante el cual se incentiva el crecimiento temprano con clareos y raleos fuertes, lleva a la obtención temprana de diámetros objetivos aceptables para la industria del aserrío, de entre 30-40 cm, y con una alta proporción de colores blancos. Regímenes de manejo de intensidad intermedia, tenderán a producir mezclas de colores y, finalmente, las rotaciones de largo plazo llevarán a la producción de duramen apellinado de color rojo oscuro.

5.2.2.2 Manejo y aplicación oportuna

El régimen de manejo y la aplicación oportuna de los diversos tratamientos incide, entonces, sobre la calidad de la madera en términos bióticos y en su coloración. En rodales jóvenes, al contrario de bosques de crecimiento secundario o primario de mucha edad, la incidencia del manejo es gravitante para los productos que se pretendan obtener. El silvicultor deberá orientarse en las demandas de la industria para definir los tratamientos y la oportunidad de su aplicación.

La capacidad de reacción de las especies frente a las intervenciones silvícolas depende fuertemente de su edad. Cuanto más joven es un árbol, mayor es su capacidad de reacción de crecimiento frente a un mejoramiento de las condiciones en que se desenvuelve. A menor tolerancia de la especie, este fenómeno se hace más evidente. Por este motivo, si se desea implementar el sistema de crecimiento rápido, se deberá intervenir tempranamente, antes de que se produzca la culminación del crecimiento anual corriente, y mantener el rodal abierto de tal forma de que no se produzca competencia entre las copas. Si se opta por un régimen de crecimiento más lento,

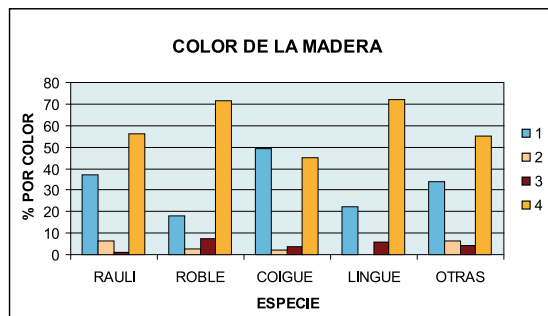


Figura 4: Participación porcentual del color de la madera de raulí, roble, coigüe, lingue y otras (Fundo El Morro, Región del Bío Bío)

- 1: Blanco
- 2: Rosado
- 3: Rojo (apellinado)
- 4: Mezcla de colores (blanco y rosado)

las intervenciones pueden ser más tardías, pero no deberían pasar más allá del momento donde se produce la culminación del crecimiento anual medio (Figura 5).

El crecimiento de rodales de crecimiento secundario de edad media a alta (30 a 70 años), con presencia de raulí, roble y coigüe en distintos sitios, indica crecimientos diametrales entre 0,3 y 0,8 cm y volumétricos entre 4,4 y 10 m³/ha/año (Cuadro 1). Todas estas situaciones corresponden a edades posteriores a la culminación del crecimiento anual medio, por lo que la capacidad de reacción frente a raleos existe, pero es baja. Su justificación se daría, básicamente, si se proyectaran árboles de gran calidad (Grosse *et al.*, 2006).

El crecimiento de roble, raulí y coigüe a edades tempranas y la capacidad de reacción frente a cortas intermedias es sobresaliente (Grosse y Quiroz, 1998; Quiroz, 1998; Pincheira y Quiroz, 1998; Grosse, 2004), mientras que al dilatar las intervención la reacción es lenta, como demuestran modelos de crecimiento que consideran edad, dimensión, espaciamiento y posición del árbol evaluado (Grosse y Cubillos, 1991). Ensayos de introducción de especies para

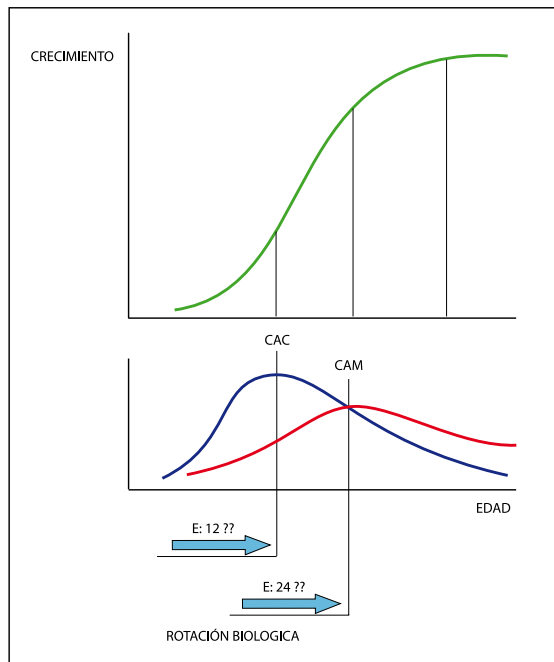


Figura 5: Curva de crecimiento de un árbol (general, anual corriente y anual medio).

raulí y roble en Gran Bretaña demuestran que la culminación del crecimiento anual corriente, tanto para el diámetro como para el volumen, termina antes de los 12 años de edad y la culminación del crecimiento anual medio, entre los 22 y 27 años (Cuadro 2, Figura 5).

Coincidente con esta tendencia, en una plantación de 14 años en un buen sitio para raulí en la ribera sur del lago Riñihue, el crecimiento anual corriente para el área basal y el volumen culmina a los ocho y once años, respectivamente, con 3,5 m² y 28,6 m³, mientras que la altura lo hace a los nueve, con 1,1m (Mujica, 1997). Rendimientos similares demuestran ensayos de procedencia de raulí instalados en la Precordillera de Los Andes de Mulchén y en la Costa de Arauco, en la Estación Experimental Antiquina (Grosse y Quiroz, 1998). Para plantaciones puras de raulí y en mezcla con roble en el fundo Catanli (Foto 3), hasta los cinco años de edad el crecimiento anual corriente y medio siguen aumentando (Figura 6), llegando los diámetros y alturas medias de los árboles dominantes (Cuadro 3) a 6,6-7,6 cm y 7,4-9,7 m respectivamente (Ríos, 2008).

Cuadro 1: Desarrollo en bosques de *Nothofagus* de segundo crecimiento raleados tardíamente.

EDAD (años)	LUGAR	DAP (cm)	Área basal (m ²)	Extracción Área Basal (%)	CREC. DAP (cm)	CREC VOL (m ³ /ha/año)
a) 30-35	Vega Blanca	13-14		32-43	0,4	
b) 37-42	Jauja	18-19		36	0,3	10
c) 30-35	El Morro				0,5-0,8	13
d) 44-51	Llanacura	16-17	52	50	0,3	
e) 57-66	Maquehua	19	42	50	0,4	4,4
f) 44-53	Melipeuco	17	50		0,5	10
g) 47-63	Jauja	12-15	44-50		0,3-0,4	
h) 65-70	Jauja				0,6	5,6

Fuente:

a) Rocuant, 1969

b) Puente et al. 1979

c) De la Maza y Gilchrist, 1983

d,e,f,g) Grosse, 1987 ; Grosse et al., 1996

h) Quiroz, 1998; Avilés, 1993

Cuadro 2: Crecimiento de raulí y roble en el mejor sitio experimentado en Gran Bretaña.

EDAD	N/ha	DAP (cm)	Altura dominante	CAM DAP (cm)	CAM Vol (m3/ha)	CAC Vol (m3/ha)
12	1.375	13	12,5	1,08	12,8	26
17	846	18	16,0	1,06	16,5	24
22	573	22	18,7	1,00	17,8	21
27	419	26	21,0	0,96	18,0	17
32	323	30	23,0	0,94	17,6	15

Fuente: Christie et al., 1974 y Tuley, 1980

Los muchos estudios existentes sobre la capacidad de reacción de raulí, roble y coigüe avalan la opción de manejar temprana e intensamente estas especies. Si la edad de cosecha es joven, la proporción de maderas blancas tendrá la mayor proporción. A medida que avanza el tiempo se darán mezclas de colores entre blanco y rosado, y a gran edad se puede contar con duraminización intensa.

5.2.2.3 La capacidad de ocupación del sitio

La capacidad de ocupación del sitio que puede tener una especie o un grupo de éstas depende de las condiciones edafo-climáticas del lugar y de la edad del rodal. Para esto Assmann (1961) define la ocupación máxima del sitio expresada en área basal por hectárea, como el valor más alto que puede lograr un rodal descontando los árboles muertos. La mantención óptima de área basal corresponde a la ocupación del sitio que permite maximizar durante un período determinado el crecimiento volumétrico, y el área basal crítica es la que permite sólo 95% del crecimiento volumétrico potencial. Los raleos deben aplicarse cuando la edad del rodal permite, al reducir área basal, reaccionar vigorosamente.

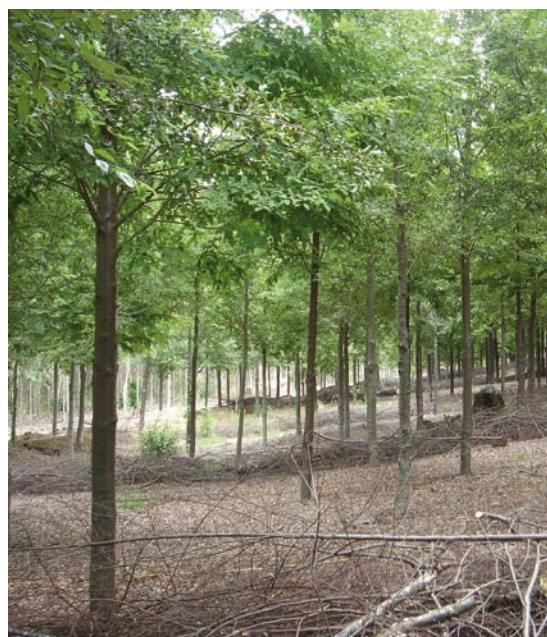


Foto 3: Plantación de raulí en el predio Catanli, Región de Los Ríos, a la edad de 8 años.

Foto: Hans Grosse

Para conocer exactamente los modelos de capacidad de ocupación de sitio y los períodos donde se producen los distintos fenómenos de

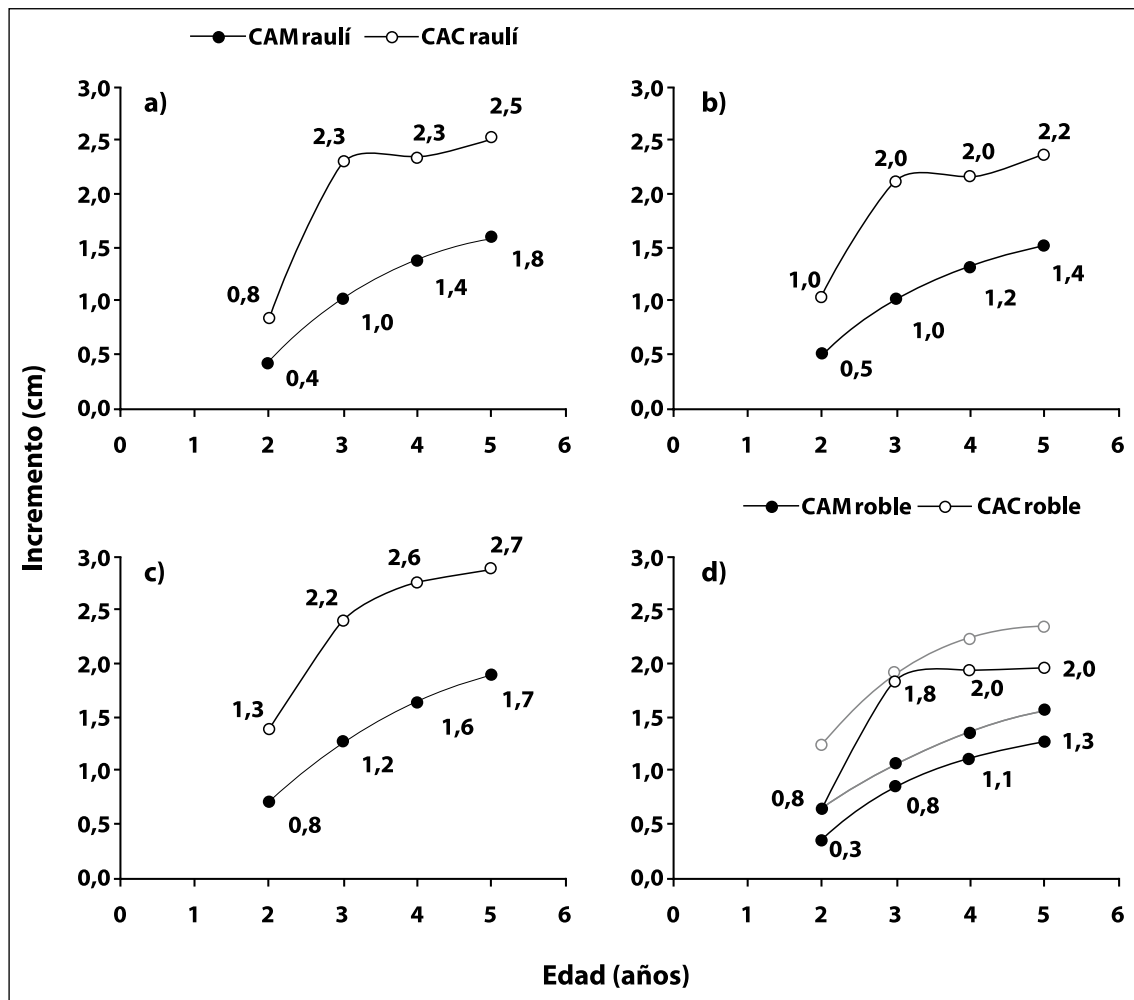


Figura 6: Incremento medio anual (CAM) y corriente anual (CAC) para diámetros de raulí de diferentes plantaciones del predio Catanli, Región de Los Ríos (Ríos, 2008).

Cuadro 3: Valores medios para los árboles dominantes (Edad: 5 años) en cuatro sectores del predio Catanli, Región de Los Ríos (Ríos, 2008).

VARIABLE/ SECTOR	PLANTACIÓN	PURA	RAULI	PLANTACIÓN	MIXTA
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4 (RAULI)	Sector 4 (ROBLE)
DAP (cm)	7,1	6,6	7,0	7,6	7,2
ALTURA (m)	9,3	8,0	9,7	8,2	7,4

crecimiento, es necesario disponer de una amplia red de ensayos en el largo plazo, que en Chile aún no existen. Por este motivo no se recomienda sobrevalorar como indicador al área basal, cuando se aplican raleos en los bosques nativos en Chile.

5.2.2.4 La clasificación de los árboles

La clasificación de los árboles de acuerdo con variables que toman en cuenta aspectos sociológicos, dinámicos, tecnológicos y silvícolas ayuda cuando se enfrentan las decisiones en los raleos. Para esto puede ser de utilidad la clasificación de IUFRO (International Union of Forest Research Organisations), donde se asignan números para cada categoría (Cuadro 4), que significan, por ejemplo, que un árbol 111/445 pertenece al estrato superior, es de gran desarrollo y se encuentra subiendo hacia otra posición social; cumple con todos los requisitos de un árbol a seleccionar; su masa fustal contiene más de 50% de madera de valor, y su copa ocupa 25 a 50% de la altura del árbol (Burschel y Huss, 1987).

5.2.2.5 El árbol futuro

La aplicación de los raleos y considerando la carencia de la observación de parcelas permanentes para este fin que contemplen diversas variantes de intensidad de raleo para todas las etapas de desarrollo del rodal y tipos forestales, debe entonces orientarse básicamente en observaciones de campo, la clasificación de los árboles y así definir la situación de competencia del rodal. Copas entrelazadas significan que los árboles están compitiendo severamente. Al toparse levemente está comenzando la competencia y al estar separadas, ésta aún no se da. De acuerdo con la evaluación que se haga, se recomienda aplicar el método del árbol futuro, que corresponde a un raleo selectivo, que tiene como propósito llegar al final de la rotación con los mejores árboles del rodal, potenciando su crecimiento. Básicamente, los criterios de selección aplicados en este método

pueden ser aplicados en todas las variantes de raleo. Los pasos a seguir para su aplicación los definen Grosse *et al.*, 2007, como sigue:

Seleccionar los mejores individuos cuando éstos llegan a una altura cercana a los 8 m y ya se distingue claramente su alta probabilidad de mantener el nivel de calidad y crecimiento deseado hasta el final de la rotación. Aquí se deben incluir, al menos en la primera y eventualmente en la segunda intervención, "árboles futuro" de reserva; su finalidad es disponer de suficientes individuos para llegar al final de la rotación, en caso de que, por efecto de daños por viento, plagas u otros factores, algunos de ellos se encuentren destinados a morir, o porque ya no califican como "futuro". Realizar el marcaje de éstos a nivel del tocón y del DAP para su fácil identificación y control posterior al raleo.

Marcar por cada árbol futuro 0,5 a 3 competidores directos en cada una de los raleos (0,5 significa un competidor por dos árboles futuro; 3 significa tres competidores por árbol futuro, dependiendo de la densidad del rodal), y ejecutar la corta de éstos.

El número de raleos dependerá de la estrategia silvícola a seguir, tipo de productos esperados, y del estado de desarrollo del rodal, pero en general se realizan entre dos a cuatro raleos, para optimizar el desarrollo del rodal de acuerdo con la estrategia productiva tomada.

Los raleos se realizan cuando se produce competencia evidente entre los árboles, al toparse las ramas de las copas, y más aún si éstas se entrelazan.

La reacción de crecimiento de los árboles remanentes post raleo se optimiza cuando los árboles se encuentran en la etapa de máximo vigor de crecimiento (antes y poco después de la culminación del crecimiento anual corriente), especialmente para especies de baja tolerancia, como son roble, raulí y coigüe.

Se debe tener especial cuidado en no desestabilizar el rodal, lo que significa mantener una relación H/D (altura en metros dividida por el diámetro en cm) baja, desde la primera intervención, donde este cociente podría ser de hasta 1,0 por la gran flexibilidad frente al viento de árboles jóvenes, para bajar a 0,6 a 0,8 a mayor edad (Burschel y Huss, 1987).

La intensidad del raleo a elegir en dependencia de las características del rodal lleva a distintas alternativas de intervención, como son el raleo por lo alto, por lo bajo, de selección y en grupos.

5.2.2.6 Raleo por lo alto

Conceptualmente el raleo por lo alto (Figura 7) tiene el objetivo de manejar un rodal con varios estratos con especies arbóreas de la misma edad, eliminando los árboles de mala forma del estrato superior, favoreciendo los de mejor calidad y permitiendo la mantención del estrato dominado, para que éste ayude a mejorar la calidad fustal de los árboles seleccionados (Dengler, 1982). Esta opción de raleo también se abre a otras posibilidades, como el manejo de los bosques nativos de tendencia coetánea de segundo crecimiento, donde se pueden combinar los *Nothofagus*, roble, raulí o coigüe, con especies tolerantes. La apertura del estrato superior de *Nothofagus*

Cuadro 4: Clasificación de los árboles según IUFRO (Burschel y Huss, 1987)

A. POSICION SOCIAL	B. CLASIFICACIÓN SILVICULTURAL DE LOS ÁRBOLES
<p>Clase de altura</p> <p>100: Altura superior: >2/3 de la altura superior 200: Altura media: 1/3-2/3 de la altura superior 300: Altura inferior: <1/3 de la altura superior</p> <p>Clase de vitalidad</p> <p>10: De gran desarrollo 20: Desarrollo normal 30: Poco desarrollo</p> <p>Tendencia en el desarrollo social</p> <p>1: Árbol lobo; subiendo 2: Nivelado: se mantiene igual 3: Detrás: decrece</p>	<p>Clases de valor</p> <p>400: Alto valor, a seleccionar y proyectar 500: Árbol útil secundario, requerido para relleno u otra función indispensable 600: Árbol secundario dañino (inhibe árboles seleccionados y la valorización; a cortar</p> <p>Clases de calidad fustal</p> <p>40: Madera de valor: >de 50% de la masa fustal 50: Madera normal: > de 50% para demanda normal 60: Madera de bajo valor: < de 50% para demanda normal</p> <p>Clases de copa</p> <p>4: Copa larga: >1/2 altura del árbol 5: Copa media: 1/4-1/2 altura del árbol 6: Copa corta: < 1/4 de la altura del árbol</p>

permite, entonces, el desarrollo y la proyección de las especies tolerantes que pueden combinarse, por ejemplo, en una rotación siguiente con una próxima generación de *Nothofagus*, dando lugar a un bosque multietáneo.

5.2.2.7 Raleo por lo bajo

El raleo por lo bajo tiene por finalidad la proyección de un rodal coetáneo de un estrato. Los mejores árboles del estrato superior deben ser incentivados en su desarrollo volumétrico y cualitativo (Figura 8). Al aplicar intervenciones fuertes, se eliminan también árboles de los dominados (Dengler, 1982, Daniel *et al.*, 1982, Grijpma, 1992); Su aplicación en bosques mixtos, donde existen especies de menor y mayor tolerancia, va en desmedro de estas últimas, por lo cual se limita a bosques monoespecíficos (lenga) o situaciones en las cuales se proyecten sólo roble, raulí y/o coigüe.

5.2.2.8 Raleo selectivo

El raleo selectivo considera potenciar los mejores árboles, los cuales se elijen cuidadosamente (Foto 4). Se van manejando regularmente, a través de la extracción de los competidores. En un inicio se plantea esta intervención para lograr fustes con anillos distanciados homogéneamente entre sí, pero al no existir una demanda del mercado significativa para estos productos se opta, en la actualidad, por la aplicación del método del árbol futuro para potenciar crecimiento y calidad, con la salvedad que siempre se debe estar observando que los individuos seleccionados realmente mantengan la calidad esperada (Dengler, 1982).

5.2.2.9 Raleo en grupos

El raleo en grupos se ideó para aquellas situaciones donde no existe una distribución homogénea de árboles de buena calidad en el rodal. Si éstos existen, pero distribuidos naturalmente en grupos

de 2-3 y hasta de 4 árboles de alta calidad, deben ser liberados como unidad para potenciar su crecimiento. Para esto se destaca que “la calidad va de todas maneras sobre el espaciamiento” (Dengler, 1982), lo que significa que dentro del grupo no se interviene, manteniendo en pie los individuos de valor, mientras que alrededor del grupo se cortan árboles para su proyección. Se recomienda que la altura del rodal para este tipo de intervención tenga hasta 14 metros de altura. Sólo cuando se hace absolutamente indispensable por el grado de competencia alcanzado, se puede intervenir dentro del grupo. Situaciones de este tipo se encuentran con cierta frecuencia en los bosques nativos de segundo crecimiento, por



Foto 4: Plantación de raulí (edad: 14 años) con copas entrelazadas, donde urge aplicar un raleo selectivo utilizando el método del árbol futuro (sector Pilmaiquén, área Neltume, Región de los Ríos): Foto: Hans Grosse

- Árbol seleccionado indicado con punto blanco: DAP: 13,4 cm, Altura: 12,4 m.
- Rodal: DAP medio: 9,8 cm, Altura media: 12,4 m, N/ha: 1.700 árboles.



Figura 7: Raleo por lo alto de copas a) muy fuerte, b) regular, c) fuerte (según Dengler, 1982 y modificado por Grosse et al., 2007).

Clasificación de árboles según Kraft (1884) cit. por Dengler, 1982:

1. Árboles dominantes con copa excepcionalmente grande.
2. Árboles dominantes, formando la componente principal del rodal, con copas bien desarrolladas.
3. Árboles levemente codominantes. Copas con forma bastante normal y parecidas a la clase 2, pero con débil desarrollo y apretadas.
4. Árboles dominados. Copas deterioradas, apretadas por todos los lados o con desarrollo unilateral.
5. Árboles totalmente dominados.

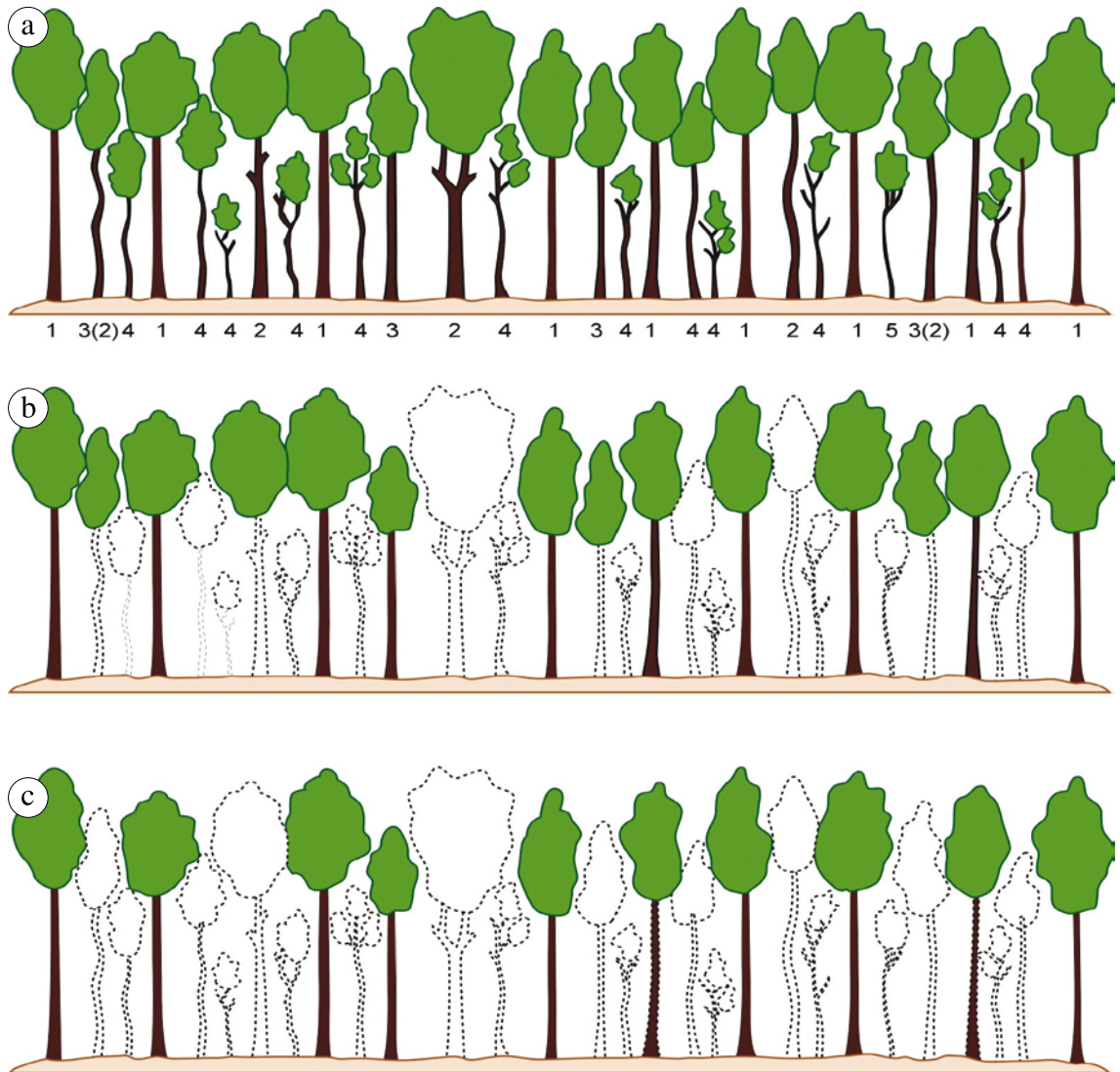


Figura 8: Raleo por lo bajo de copas a) sin, b) regular, c) fuerte (según Dengler, 1982 y modificado por Grosse et al., 2007).

Clasificación de árboles según Kraft (1884) cit. por Dengler, 1982:

- (1) Árboles dominantes con copa excepcionalmente grande.
- (2) Árboles dominantes, formando la componente principal del rodal, con copas bien desarrolladas.
- (3) Árboles levemente codominantes. Copas con forma bastante normal y parecidas a la clase 2, pero con débil desarrollo y apretadas.
- (4) Árboles dominados. Copas deterioradas, apretadas por todos los lados o con desarrollo unilateral.
- (5) Árboles totalmente dominados.

lo que resulta conveniente poner atención en la distribución cualitativa de los árboles y considerar esta opción de raleo.

5.2.2.10 Raleo mecánico

El raleo mecánico, en el cual se extraen árboles sistemáticamente, como podría ser la extracción en hileras, sin considerar criterios de selección silvícola por calidad y competencia individual (Daniel *et al.*, 1982; Grijpma), tiene limitada aplicabilidad en los bosques nativos. Sólo en situaciones con gran densidad de árboles, como podría darse en rodales de lenga con más de 3.000 árboles por hectárea y alturas medias cercanas a los 8 metros, la habilitación de bosque vía fajas sistemáticas de penetración para aplicar una selección con el método del árbol futuro y liberación individual de los individuos seleccionados, podría tener aplicabilidad práctica.

5.2.2.11 Raleo libre

El raleo libre toma en cuenta el manejo integral de los diversos estratos existentes con especies de diversa tolerancia. Los criterios que normalmente se utilizan para la elección de los árboles corresponden básicamente a los considerados en todo raleo, como posición sociológica de los árboles, vigor o vitalidad, espaciamiento, forma y calidad (Daniel *et al.*, 1982; Hawley y Smith, 1982). El objetivo de este método es llegar al final de la rotación con árboles gruesos de buena calidad, con fustes con un importante segmento libre de nudos y con un dosel intermedio de especies tolerantes a la sombra de calidad aserrable y debobinable. La consideración de manejar especies de distinta tolerancia simultáneamente (Foto 5) se presta para el manejo con visión a largo plazo para los bosques mixtos, donde participan especies del género *Nothofagus* con especies tolerantes que ocupan el estrato medio e inferior (Grosse, 1989). Durante las cortas intermedias se preparan los árboles para la cosecha, que puede ocurrir a nivel simultáneo para las especies de todos los niveles

de tolerancia o en primera instancia sólo para las de menor tolerancia, traspasando las tolerantes a una siguiente rotación de *Nothofagus*.

5.3 Cortas sanitarias y de recuperación

Las cortas sanitarias y de recuperación consisten en la eliminación de árboles atacados por insectos o enfermedades (Figura 9). Cuando se recupera algún valor, aunque éste sea bajo al obtener leña o carbón, la intervención se define como corta de recuperación. En caso de árboles viejos con este tipo de daño, se debe tener presente su rol de fuente de alimento o hábitat para algunas especies de la fauna silvestre, por lo cual puede no resultar conveniente eliminarlos a todos (Daniel *et al.*, 1982).



Foto 5: Bosque del tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa con tres raleos y una edad aproximada de 55-60 años (sector Pidihuil, entre Neltume y Puerto Fuy, Cordillera de la Región de los Ríos). Foto: Hans Grosse

- Área basal: 36,5 m² (raulí: 57%, roble: 26,6%, tepa: 16,7%).
- DAP medio: 42 cm (raulí: 41cm, roble: 78cm, tepa: 28cm).

5.4 La poda y su impacto sobre la calidad y la sanidad de los árboles

Uno de los factores más importantes para determinar la calidad de la madera de un rollizo consiste en la presencia de ramas y el grosor de éstas, factores que influyen negativamente en las características tecnológicas de la madera. Una finalidad importante del manejo forestal para obtener madera de alta calidad consiste en producirla libre de nudos. Si estos existen, deben ser pequeños y estar vivos para asegurar su capacidad estructural. La proyección de ramas muertas al interior del fuste lleva a nudos muertos, que además de reducir drásticamente la calidad estructural de la madera, significan proyección de pudrición y ataques de insectos (Foto 7 y 8).

Las podas se pueden clasificar de dos formas, dependiendo de cómo se producen, es decir, de manera natural y artificial.



Foto 7: Rollizos de roble de un bosque de crecimiento secundario sin manejo, con muestras de ramas y nudos muertos (Tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe; Sector Santa Julia, comuna de Collipulli, Región de La Araucanía).

Foto: Hans Grosse



a) Rama quebrada tardíamente.



b) Nudo muerto (segmento desprendido - izquierda) y nudos vivos adheridos (derecha).



c) Nudo muerto desprendido.

Foto 8: Nudos vivos y muertos en tabloncillos de roble de un bosque de crecimiento secundario sin manejo (Tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe; Sector Santa Julia, comuna de Collipulli, Región de La Araucanía).

Fotos: Hans Grosse

5.4.1 Poda natural

La poda natural se produce cuando, por escasez de luz, las hojas de las ramas ya no pueden realizar fotosíntesis y las ramas mueren y se desprenden del fuste. Se produce en el segmento inferior del fuste, dado que es ahí donde mayoritariamente incide la sombra de los árboles vecinos. Existen especies que se desprenden de las ramas muertas con facilidad y otras con dificultad. Para estas últimas (en general coníferas, *Populus spp.*, *Prunus avium*, etc.; Burschel y Huss, 1987) no debería considerarse la opción de la poda natural. Para el caso de los bosques mixtos de *Nothofagus*, la combinación entre las copas a gran altura de las especies de menor tolerancia, además de las copas de las tolerantes en los estratos intermedios y bajo, producen en el mediano a largo plazo la poda natural de los árboles del estrato superior (Foto 9).

A más corto plazo, las ramas se mantienen y mueren paulatinamente. Cuan crítico puede ser esto lo demuestra una plantación en el Fundo Arquihue, donde se dejó una parcela testigo de 17 años de edad sin poda ni raleo, y donde se aprecia aún gran abundancia de ramas, principalmente muertas (Foto 10). Varios árboles ya habían pasado los 25 cm de DAP, y aún faltan varios años



Foto 9: Raulí con poda natural (altura: 34,5 m).

Bosque con mediana abundancia de *Nothofagus* (Tipo: Roble-Raulí; Fundo El Huemul, Precordillera Región del Bío Bío. Diámetro medio: 37,9 cm (raulí: 100,5 cm, tolerantes: 29 cm); Área basal: 69,8 m² (raulí 45,4%, tolerantes: 54,6 m² (mañío, lingue, olivillo, peumo, avellano y avellanillo).

Foto: Hans Grosse

Según Grosse *et al.*, 2008

Figura 9: Corta de recuperación y sanitaria (manchas negras: pudrición, manchas amarillas: daño foliar).



hasta que las ramas se eliminen. La calidad de la madera para estos individuos será baja, por la gran abundancia de nudos muertos. Estos tendrán un cilindro defectuoso que superará, en el mejor de los casos, los 30 a 35 cm. Para bajar la presencia de ramas a través de la poda natural, habría que contar con un rodal más denso y con presencia de especies tolerantes en el estrato inferior.

El manejo de bosques mixtos de *Nothofagus*, apostando a la poda natural, implica un alto riesgo para la futura calidad de la madera, sobre todo cuando se maneja hacia diámetros objetivo de unos 40 a 50 cm, se manejan latizales que no pasen de los 1.300 a 1.500 árboles en el estrato superior, y cuando la altura de sus árboles se encuentra en un rango entre 10 y 20 m. Distinta puede ser la situación si se apuesta a diámetros objetivo que superan 80 cm y si se comienza con un latizal denso y bien estructurado entre especies de alta y baja tolerancia, lo que facilita la poda natural.

5.4.2 Poda artificial

La poda artificial consiste en la eliminación de las ramas de la parte inferior del fuste con la

finalidad de obtener madera libre de nudos. Para que esta madera sea de alta calidad, la poda debe aplicarse a individuos jóvenes (Burschel y Huss, 1987; Daniel *et al.*, 1982), fijando un diámetro sobre muñón (DSM), que no deber pasar de los 18 cm, para optimizar la ganancia de madera libre de nudos entre el cilindro defectuoso y la parte exterior de la troza (Grosse *et al.*, 2007). La altura de poda se concentra en el segmento de mayor valor del árbol, que se ubica entre los 4-6 m de altura. La decisión de hasta qué altura podar es básicamente de orden económico, por el alto costo que implica este tipo de faena. A través de esta práctica se asegura la obtención de madera de alta calidad, la reducción de enfermedades y pudrición, además de mejorar los accesos dentro del bosque (Quiroz y Steenbruck, 2001). Para que la poda resulte exitosa, se debe considerar:

No eliminar más del 30-40% de la copa viva, para no reducir el crecimiento del árbol (Mitscherlich, 1978).

Optimizar la oportunidad de poda, minimizando el cilindro defectuoso (el diámetro de este depende del momento en que se aplica la



a) Raulí



b) Roble

Foto 10: Ramas principalmente muertas en un rodal plantado testigo de 17 años de edad sin poda ni raleo (Unidad El Castillo, sector Chollehue, Fundo Arquihue, Región de los Ríos): Fotos: Hans Grosse Fotos: Hans Grosse (DAP medio: 17,8 cm, área basal: 32,2 m², 1.300 árboles/ha, alturas dominantes entre 17 y 20 m).

poda, del diámetro del segmento a podar, del diámetro de las ramas y su velocidad de cicatrización).

Para el ejemplo entregado en la Foto 11, el cilindro defectuoso a la altura de la cinta roja corresponde a 21cm. Si el diámetro menor de la troza a cosechar tuviera 42 cm sin corteza, se dispondría de sólo 10 cm radiales libres de nudos, lo que proporcionalmente al diámetro es bastante poco. Para aumentar la proporción libre de nudos a cerca de 20 cm radiales, habría que proyectar el árbol hacia un diámetro menor sin corteza para la primera troza de 50 a 60 cm.

Una situación que muestra una poda más oportuna que en el caso anterior, se observa en la Foto 12. La primera poda ya se realizó a los 4 años de edad, llegando a dos metros de altura. En ese momento las ramas delgadas permitieron la rápida oclusión de las heridas, quedando un cilindro defectuoso de aproximadamente 8-9 cm. Para este segmento

de troza, un diámetro menor sin corteza de 40 cm ya proporciona 15 cm radiales libres de nudos y, si se pretenden obtener 20, el diámetro deberá ser de 50 cm.

De la oportunidad en que se aplica la poda depende cuán rápido se obtiene un volumen libre de nudos, económicamente atractivo. Una poda temprana acompañada por raleos que liberan los árboles podados, acelera el crecimiento y lleva a una rápida obtención de madera de calidad.

El levante de la poda a los 7 años de edad hasta los 3 m de altura implica el corte de ramas más gruesas que en la etapa anterior, dejando heridas de hasta 1,7 cm de diámetro (Foto 13). Por este motivo, su oclusión será más lenta, pudiendo tomar dos a tres años. Para el ejemplo indicado, el diámetro sin corteza del segmento en el cual se podó corresponde a 8,6 cm. Si se proyectara un crecimiento diametral por año de 1,5 cm, la oclusión ocurriría cuando este segmento tenga



a) Árbol podado



b) Cicatrices post poda

Foto 11: Rodal plantado de 17 años de edad, podado y raleado a los 12 años – cicatrización 3-4 años más tarde (Unidad El Castillo, sector Chollehue, Fundo Arquihue, Región de los Ríos): Fotos: Hans Grosse

(DAP medio: 17,8 cm; DAP medio árboles podados: 19,5 cm; área basal: 29,9 m²/ha, 1.200 árboles por ha; especies: roble, raulí, Pino oregón, notro y coigüe).

Diámetro a la altura de la cinta roja: 23,8 cm (a los 15 años, momento de oclusión de la herida el diámetro correspondió a 21cm – cilindro defectuoso).



a) Rodal de raulí con dos podas (poda 1: edad 4 años hasta 1,8 a 2,0 m de altura; poda 2: edad 7 años hasta 3 m de altura).



b) Cicatriz pequeña después de oclusión rápida.



c) Cilindro defectuoso después de poda con corte poco limpio (8,8 cm).



d) Cilindro defectuoso después de poda con corte limpio (8,0 cm).

Foto 12: Poda oportuna (predio Catanli, Región de Los Ríos; rodal de 8 años). Fotos: Hans Grosse

11,6 a 13,1 cm de diámetro, lo que implicaría un cilindro defectuoso de unos 5 mm menos, al descontar la corteza, que es más que razonable e indica que vale la pena levantar la poda.

La mayor entrada de luz a la parte baja de rodales raleados y podados puede llevar a la formación de brotes epicórnicos, problema que se incrementa mediante intervenciones intensivas. Esta reacción de los árboles por aumentar su capacidad fotosintetizadora, que se manifiesta ocupando los

fustes limpios con delgadas ramas, puede llevar, si estas no mueren, a un desarrollo de gran grosor. Por este motivo se deben eliminar los brotes epicórnicos apenas aparezcan y se debe intentar manejar el bosque de manera que la parte baja de los fustes esté bajo sombra. Esto se puede lograr al combinar especies de diversa tolerancia, donde las tolerantes en el estrato bajo cumplen con esta función.



a) Levante de poda realizado a los 7 años de edad hasta 3 m de altura.



b) Corte que deja herida de hasta 1,7 cm de diámetro (diámetro de la sección: 9 cm).

Foto 13: Levante de poda (predio Catanli, Región de Los Ríos a la edad de 8 años). Fotos: Hans Grosse

5.5 Bibliografía

- Assmann, E. (1961): "Waldetragskunde". BLV Verlagsgesellschaft München Bonn Wien. 491 p.
- Bava, J. (1999): "Los bosques de lenga en Argentina". En: "Silvicultura de los bosques nativos de Chile" 273-298 (Editores Donoso, C. Y Lara, A.); Editorial Universitaria; Santiago de Chile.
- Burschel P. y Huss J. (1987): "Grundriss des Waldbaus". Pareys Studentexte 49. Verlag Paul Parey – Hamburg Berlin. 352p.
- Christie, J. M., Miller, A. C. y Brumm, L. E. (1974): "Nothofagus Yield Tables". Forestry Commission Research and Development Paper. N° 106. 5 p.
- Dengler, A. (1982): "Waldbau". Zweiter Band, fünfte Auflage neu bearbeitet von Ernst Röhrig. Verlag Paul Parey-Hamburg Berlin. 280 págs.
- Donoso, C. (1993): "Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica". Ecología Forestal. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 483p.
- Fuentealba, A. (2005): "Factores dasométricos y de sitio que favorecen el ataque de *Holopterus chilensis* (Coleoptera: *Cerambycidae*), sobre roble (*Nothofagus obliqua*) en la IX Región". Tesis de grado; Santiago. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile. 81p.
- Grosse, H. y Müller-Using, B. (2008): "El complemento entre especies de diversa tolerancia en bosques mixtos". En: "Bosques Seminaturales, una opción para la rehabilitación de bosques degradados". Comité editor: R. Mujica, H. Grosse y B. Müller-Using. Registro propiedad intelectual: 176711; ISBN: 978-956-318-012-1. Infor-Minagro-Innova. Valdivia, Chile. 39-66.
- Grosse, H., Larrain, O., Sotomayor, A. (2007): "Guía para el manejo de los bosques dominados por especies del género *Nothofagus*". Registro de propiedad intelectual N° 166626. ISBN: 978-956-318-000-8. Infor. 57 p.
- Grosse, H., Larrain, O. y Mujica, R. (2006): "Valorización de los bosques de segundo crecimiento para los tipos forestales roble - raulí - coigüe y coigüe - raulí - tepa"; en actas

- Simposio internacional Iufro: II Congreso Latinoamericano Iufro (Iufrolat 06), La Serena, Chile, 2006.
- Grosse, H. (2004): "Silvicultura y Manejo"; en actas del Simposio Internacional IUFRO: Raulí, riqueza de los bosques templados: silvicultura, genética e industria. Valdivia, Chile. UACH-Infor.
 - Grosse, H. y Urrutia, J. (1992): "Rendimiento de rodales jóvenes de *Nothofagus*". Informe Infor-JCE. 133p.
 - Grosse, H. y Quiroz, I. (1998): "Renovales de Raulí y Roble en el sur de Chile". Primer Congreso Latinoamericano Iufro. Valdivia. Chile.
 - Grosse, H. y Quiroz I. (1998): "Silvicultura de los bosques de segundo crecimiento de Roble, Raulí y Coigüe en la región centro sur de Chile". En: "Silvicultura de los bosques nativos de Chile". Editores C. Donoso y A. Lara. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 95-128.
 - Grosse, H., Pincheira, M., y Quiroz I. (1996): "Evaluación de tratamientos silviculturales en renovales de Raulí (*Nothofagus alpina*) y Roble (*Nothofagus obliqua*)". Fundación Chile-Infor. 53 págs.
 - Grosse, H. y Quiroz, I. (1998): "Renovales de Raulí y Roble en el sur de Chile". Primer Congreso Latinoamericano IUFRO. Valdivia. Chile.
 - Grosse, H. (1991): "La regeneración de la lenga". En: "Informe sobre el estado de la regeneración de lenga" para el Fondema (Fondo de Magallanes). 10p.
 - Grosse, H. (1989): "Renovales de Raulí, Roble, Coigüe y Tepa: Expectativas de rendimiento". Ciencia e Investigación Forestal. No 6. Instituto Forestal. Santiago Chile. 37-72.
 - Grosse, H. (1987): "Desarrollo inicial de plantaciones de Raulí". Ciencia e Investigación Forestal Vol. 1 N° 1: 49 - 56
 - Hawley R. y Smith, D. (1982): "Silvicultura práctica". Ediciones Omega S.A. Barcelona, España. 544 p.
 - Mitscherlich, G. (1978). "Wald Wachstum und Umwelt". Erster Band. J.D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt am Main. 144 págs.
 - Mujica, R. (1997): "Análisis económico privado de un plantación de *Nothofagus alpina* (Poepp et Endel) Oest, ubicada en la provincia de Valdivia". Tesis, Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Austral de Chile. Valdivia. 132 págs.
 - Puente, M., Donoso, C., Peñaloza, R. y Morales, E. (1979): "Manejo de renovales de Raulí (*Nothofagus alpina* Poepp. et Endl) en la Cordillera de Nahuelbuta", 8 p.
 - Quiroz, I. y Steenbuck, D. (2001): "Tratamientos intermedios y Técnicas de Manejo". Infor/Gob. Regional X/DED/Instituto de Educación Rural.
 - Quiroz, I. (1998): "Untersuchungen zur waldbaulichen Behandlung von *Nothofagus*-Primär- und Sekundärwäldern in den Anden der IX. und X. Region Chiles". Dissertation del LMU. DAAD. Freising. Alemania. 171 p.
 - Ríos, A. (2008): "Desarrollo inicial de plantaciones de Raulí y Raulí-Roble de cinco años bajo un régimen de establecimiento intensivo en la depresión Intermedia de la región de los Ríos, Chile". Tesis de grado. UACH.

- Rocuant, L. (1969): "Raleos en los renovales de Roble-Raulí (15 años de observaciones)". Actas Primer seminario sobre situaciones actuales y posibilidades futuras del manejo de los renovales en Chile. 56 pp.
- Schmidt, H., Urzúa, A. (1982): "Transformación y manejo de los bosques de lenga en Magallanes". Universidad de Chile. Fac. Cs. Agr., Vet., y For. Stgo., Chile. Ciencias Agrícolas No 11. 62 p.
- Schmidt, H. (1976): "Bosques". En: "Informe final de la región de Alto Palena y Chaitén". Universidad de Chile, Fac. Cs. Forestales, Stgo., Chile. Mimeografiado. 35-52
- Schopf, R. y Köhler, U. (1995): „Untersuchungen zur Populationsdynamik der Fichtenborkenkäfer im Nationalpark Bayerischer Wald“. En: "25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald". Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald. Passavia Druckerei GmbH Passau. 88-111.
- Tuley, G. (1980): "*Nothofagus* in Britain". Forestry Commission. Forest Record 122. 26 p.
- Uebelhoer, K. (1984): "Struktur und Dynamik von *Nothofagus* Urwäldern in den Mittellagen der Valdivianischen Anden Chiles". Dissertation. Ludwig Maximilians-Universität zu München. Forstliche Forschungsberichte 58. 229 págs.
- Uriarte, A. (1987): "Crecimiento y calidad de la regeneración de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. Et Endl. Krasser) en bosques secundarios de la provincia de Última Esperanza, XII Región". Universidad de Chile, . Fac. Cs. Agr., Vet., y For. Stgo., Chile. Tesis Ing. Forestal. 102 p.



6.

CORTAS DE REGENERACIÓN Y COSECHA EN FUSTALES

Hans Grosse

6. CORTAS DE REGENERACIÓN Y COSECHA EN FUSTALES

Hans Grosse

La cosecha en el bosque nativo debe crear las condiciones para que se pueda instalar un nuevo bosque, ya sea de monte alto (semillas y plantación), medio (combinación de semillas, plantación y retoños de tocón) o bajo (retoños de tocón). Esta condición será la que incida en el método de cosecha por el que se va a optar. Otra manera de enfocar el cómo manejar el recurso depende de la organización del rodal que se desee implementar, en que básicamente se ofrecen las alternativas de manejo en cuarteles tendientes a la coetaneidad, donde en una gran superficie se encuentran representadas todas las clases etáreas, en un mosaico de cuarteles. Otra alternativa es la del manejo multietáneo, donde a nivel de pequeña superficie se encuentran todas las clases de edad.

La tala rasa y las cortas de protección encuentran su aplicación en predios medianos y grandes, donde se puede trabajar a una escala que permite una planificación de cosecha en el largo plazo, con cuarteles que representan los lugares de corta anual. En pequeñas propiedades la escala varía y puede resultar más apropiado aplicar cortas de selección. A continuación se analizan las opciones para los métodos mencionados.

6.1 Tala rasa

La tala rasa consiste en la cosecha de todos los árboles existentes en un rodal. Aparece como el método menos amigable para garantizar la posterior instalación de especies nativas, por la escasa cantidad de especies pioneras capaces de ocupar rápidamente el espacio creado, además de

los efectos de desprotección del suelo entre otros. Esto, sobre todo cuando se entra en la categoría de “tala rasa gigante”, superando 50 ha. También “talas rasas grandes”, con superficies mayores a 5 ha, y “talas rasas” en superficies ≥ 1 ha pueden ser de alto riesgo. De menor riesgo son talas rasas en superficies < 1 ha (clasificación de tamaño según Burschel y Huss, 1987). Estas últimas aperturas, cuando árboles orilleros ejercen alguna función protectora, no corresponden a talas rasas, sino que se clasifican como “corta de borde” y hoyos de luz.

Las ventajas de la tala rasa consiste en el gran volumen que se acumula en una sola faena, lo que optimiza costos de infraestructura caminera, facilita la instalación y operación de faena, y permite despejar fácilmente un área grande para dar lugar a la regeneración. Las desventajas, en especial para el bosque nativo, consisten en la alteración del suelo desde el punto de vista orgánico, su compactación y erosión. Se dan los extremos de temperatura, acumulación de nieve y humedad. A esto se agrega la masiva proliferación de especies no deseadas, que compiten con la regeneración arbórea (Foto 1) y la alteración del paisaje (Hawley y Smith, 1982; Burschel y Huss, 1987).

Cuando existe una gran cantidad de árboles que pueden dar lugar a un monte bajo que rápidamente cubra el suelo, complementado con regeneración por semilla y plantación, la tala rasa en pequeñas superficies (< 1 ha), podría ser considerada como una opción en terrenos donde no se corre riesgo de erosión. Cuanto menor es el régimen pluviométrico del lugar a intervenir y



a) Alteración al paisaje por efecto de la tala rasa



b) Fajas plantadas entre competencia de coligües

Foto 1: Tala rasa y apertura en fajas para la plantación en el tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa (sector Choshuenco, lago Neltume, Región de los Ríos). Fotos: Hans Grosse

más larga la ausencia de lluvias durante el período estival, más cuidado se debe tener con este tipo de intervención. Esto se traduce en considerar protección lateral del rodal remanente.

6.2 La corta de protección

La corta de protección consiste en la instalación de regeneración bajo la cobertura protectora de un rodal abierto para este fin. Su cosecha será gradual hasta el momento que la nueva generación pueda desarrollarse sin protección (Hawley y Smith, 1982; Burschel y Huss, 1987). Su aplicación se remonta al siglo XVIII en el centro de Europa, donde su aplicación considera tres etapas básicas que son la corta semillera que ocurre durante un año de gran producción de semillas, la corta de apertura aproximadamente dos años más tarde y la corta final cuando la regeneración ya consolidada se aproxima a medio metro de altura.

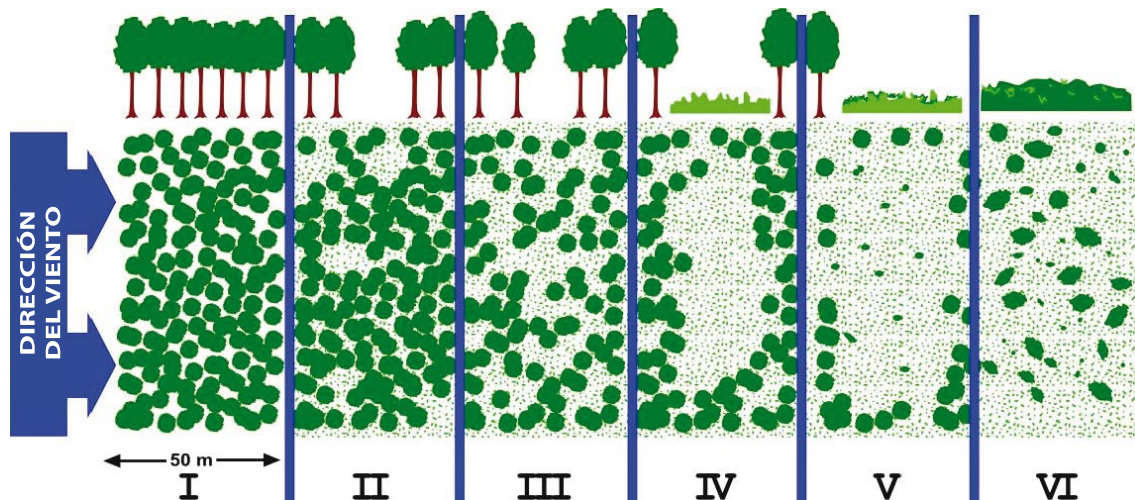
La corta de protección dispone de diversas variantes, cuyas aplicaciones se describen a continuación.

6.2.1 La corta de protección uniforme o aclareos sucesivos

La corta de protección uniforme o aclareos sucesivos a gran escala deja en pie los árboles que deben cumplir con la función de regenerar el rodal futuro con sus semillas, y se aplica en superficies que pueden extenderse a muchas hectáreas (Figura 1).

Ejemplos para situaciones de este tipo existen para bosques monoespecíficos de lenga en las regiones patagónicas de Aysén y Magallanes, donde en los casos más extremos se aplicó el método a cientos de hectáreas. Su utilización se fundamenta en la enorme capacidad de semillación de lenga y la ausencia de vegetación que compita con la regeneración arbórea de esta especie.

Naturalmente los bosques de lenga presentan cuatro etapas o fases de desarrollo (regeneración, crecimiento óptimo, envejecimiento y desmoronamiento) donde, a medida que el bosque envejece y los árboles comienzan a caerse, se instala la regeneración natural bajo la protección de generación anterior (Schmidt



Según Grosse et al., 2007

Figura 1: Desarrollo de una corta uniforme regular, para el caso de *Fagus sylvatica* para un período de 10 a 30 años (modificado de Burschel y Huss, 1982).

- I. Rodal cerrado (200 árboles por ha; H: 30-35 m).
- II. Corta de preparación: extracción de 15% del volumen.
- III. Corta semillero: en un año de semillación se extrae el 30-40% del volumen.
- IV. Corta de apertura: se extrae gran parte de los árboles hacia las huellas de madereo. Aún se mantienen algunos remanentes.
- V. Se cosechan casi todos los árboles restantes. Quedan algunos remanentes a orilla de camino para la semillación faltante y protección.
- VI. La regeneración reemplazó al rodal cosechado.

y Urzúa, 1982). Este ciclo se repite en el tiempo con distintas modalidades de espaciamiento en las aperturas, desde desmoronamientos a nivel de árbol individual hasta en superficies grandes (Figura 2), dando lugar a la superposición de diversos estratos. Al dominar situaciones en envejecimiento y destrucción ocupando cerca del 80% de la superficie, la transformación hacia bosques productivos en la fase de crecimiento óptimo hasta comienzos del envejecimiento aparecen como metas para el silvicultor (Álvarez y Grosse, 1978).

Para los bosques de lenga se ha puesto en práctica el esquema presentado en la Figura 3, que consiste en la apertura paulatina y secuencial de un rodal maduro, hasta consolidar la regeneración (Schmidt y Urzúa, 1982):

- La primera intervención deja un remanente del 50-65% del área basal.
- La segunda intervención (según el desarrollo de la regeneración), deja 10 a 20 años más tarde cerca del 25% del área basal original.
- Una vez consolidada la regeneración con más de 100.000 plantas/ha, se elimina el área basal restante a través de cosecha o anillamiento.

Si bien los aclareos sucesivos han demostrado su eficiencia al regenerar masivamente y así sentar la base para un cambio generacional, en zonas con fuertes vientos, como las regiones patagónicas de Aysén y Magallanes, puede ser riesgoso aplicar cortas sucesivas a gran escala, dado que

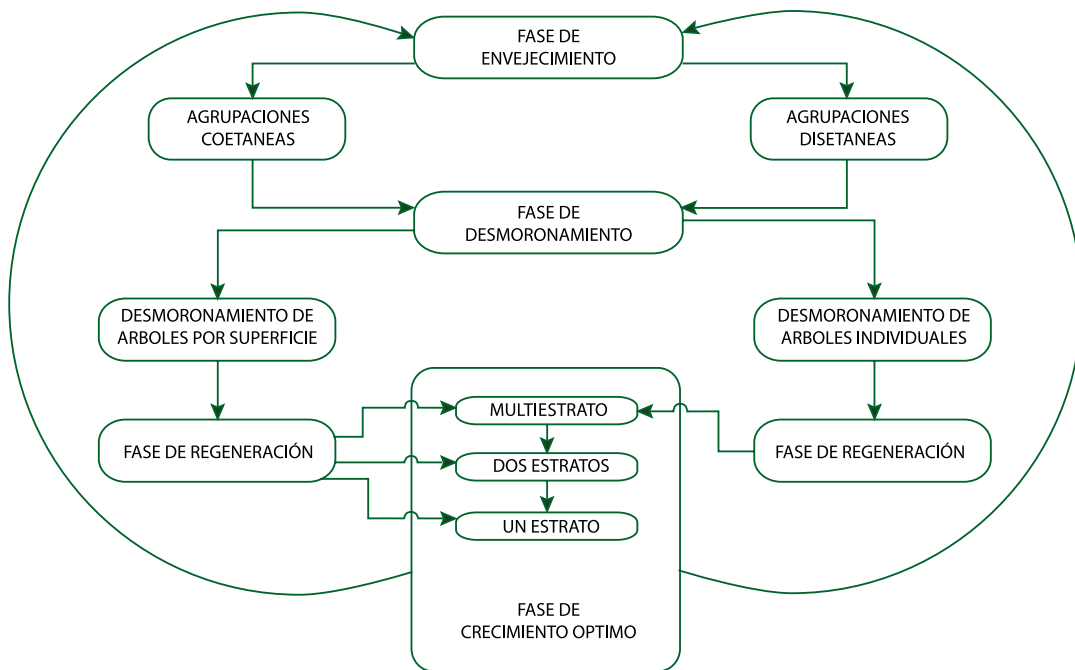


Figura 2: Fases de desarrollo para lenga (según Schmidt y Urzúa, 1982).

los temporales pueden causar una masiva caída de árboles (Foto 2). Por este motivo, se deben elegir lugares de bajo riesgo de temporales para su aplicación, o bien optar por otra alternativa del método de protección con cortas a menor escala. Una plantación de 19 años de edad realizada con raulí y roble, bajo un dosel protector del tipo forestal Roble-Raulí con una cobertura de copas remante de un 20-25%, tuvo un resultado bastante exitoso (Foto 3). Esto, a pesar de que nunca se redujo la maleza y no se realizaron cortas intermedias, lo que demuestran relaciones H/D entre 0,93 y 1,04, que a su vez indican inestabilidad mecánica del rodal frente al viento. En una parcela que se midió como ejemplo, se encontraron 680 *Nothofagus* (raulí y roble), de los cuales el 80 y 36% respectivamente fue plantado. La altura del raulí más alto, con 18,3 m y un DAP de 19,6 cm, indica crecimientos medios anuales de casi 1 m en altura y sobre 1 cm en diámetro, reflejando la potencialidad del sitio y los resultados promisorios que se podrían obtener si se aplican oportunamente cortas intermedias.

- Diámetro medio: raulí: 11,5 cm, roble: 13,1 cm
- Alturas: Árbol más alto: raulí con 18,3 m, DAP: 19,6 cm, H/D: 0,93
- Alturas codominantes: raulí: 14,7 m (H/D: 0,98) 13,2 m (H/D: 1,04)
- Árboles/ha: 680 (400 raulí y 280 robles)
- Origen raulí: 80% plantado, 20% monte alto
- Origen roble: 36% plantado, 21% monte alto, 43% monte bajo

6.2.2 Corta en hoyos de luz

El método del hoyo de luz presenta diversas variantes de corta, que dependen de la intensidad de la intervención a realizar.



a) Primera intervención (Área Caiquén grande, Región de Aysén).



b) Caída masiva de árboles, poco después de la primera intervención a causa de un temporal (Tierra del Fuego).

Foto 2: Aclareo sucesivo en lenga. Fotos: Hans Grosse

La formación paulatina del hoyo de luz, tiene como objetivo lograr la instalación de especies de distinta tolerancia. En su inicio entrega las condiciones para que las especies de mayor tolerancia puedan regenerarse, para luego, al abrir más y disponer de mayor luminosidad,



Foto 3: Plantación de raulí y roble de 19 años de edad bajo un dosel de protección de 20-25% (Tremohue, hacienda Jauja de Formin S.A., Región de La Araucanía)
Foto: Hans Grosse



Foto 4: Bosque secundario de *Nothofagus* con opción de cosecha en hoyos de luz del tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa con tres raleos y una edad aproximada de 55-60 años (sector Pidihuil, entre Neltume y Puerto Fuy, Cordillera de la Región de los Ríos). Foto: Hans Grosse

- Área basal: 36,5 m² (raulí: 57%, roble: 26,6%, tepa: 16,7%).
- DAP medio: 42 cm (raulí: 41cm, roble: 78cm, tepa: 28cm).

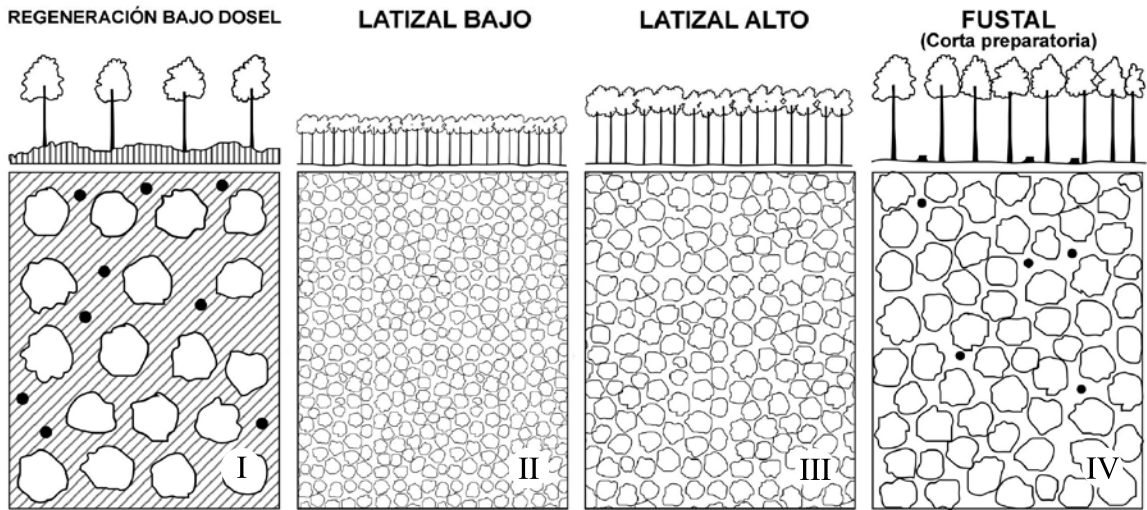


Figura 3: Aclareos sucesivos (según Schmidt y Urzúa, 1982).

Según Grosse et al., 2007

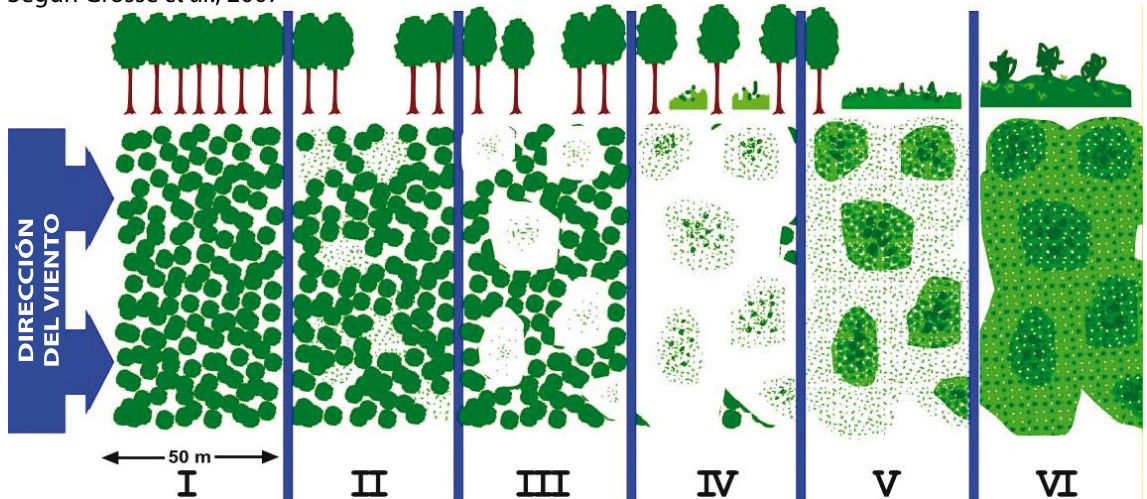


Figura 4: Corta bajo el esquema de hoyo de luz con apertura paulatina (Femel) para el caso de un rodal mixto de coníferas y latifoliadas (modificado de Burschel y Huss, 1983).

(El madereo se realiza por cables hacia las huellas de madereo)

- I. Rodal cerrado (se instalan las huellas de madereo).
- II. Extracción de 5-10% del volumen en pequeños hoyos de luz. Se incentiva la regeneración de especies tolerantes.
- III. Extracción de 10-15% del volumen. Se agrandan los hoyos de luz, siguiendo el desarrollo de la regeneración.
- IV. Extracción de 20-25% del volumen. Se dan las condiciones de luminosidad para el desarrollo de especies semitolerantes e intolerantes. La regeneración natural debe complementarse a través de la regeneración artificial, si es necesario.
- V. La regeneración se encuentra en toda la superficie. Árboles remanentes de la generación anterior sólo se encuentran a orilla de las huellas de madereo.
- VI. Se eliminaron los árboles remanentes. Aún se observa desigualdad en las alturas en la regeneración, que tenderá a igualarse con el tiempo.



Foto 5: Aplicación práctica de la corta de protección en hoyos de luz:

a) Vista general del claro en las copas (Jauja-Los Ñirres, Región de La Araucanía); Fotos: Oscar Larrain

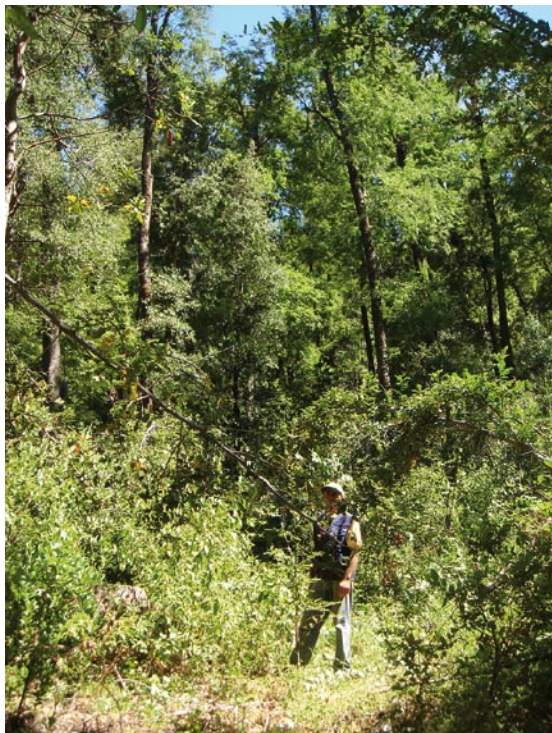
b) Vista general del claro a nivel del suelo (Jauja-Los Ñirres, Región de La Araucanía);

c) Hoyo de luz con regeneración de roble consolidada en un bosque de roble (sector lago Pirehueico, Región de Los Lagos). Foto: Hans Grosse



entregar la opción de instalarse a las de menor tolerancia (Figura 4). Este método puede aplicarse con distintas intensidades de apertura según los requerimientos del bosque y del propietario.

El método del hoyo de luz, consiste en instalar aperturas de cosecha que van entre 0,5 a 1,5 veces la altura de los árboles circundantes, donde se pueden extraer todos los árboles en su interior o sólo los de menor tolerancia, dejando en pie aquellos que se deseen traspasar a la siguiente generación. La aplicación de este método se puede dar en bosques secundarios de *Nothofagus* (Foto



a) Rodal original circundante:

- Área basal: 36,2 m² (raulí: 70,8%, coigüe: 20,4%, roble: 1,2%, tolerantes: olivillo, lingue, laurel y otras: 7,6%)
- N/ha: 332 (raulí: 57,8%, coigüe: 9,6%, roble: 1,2%, tolerantes: 31,4%)
- DAP medio: 37,2 cm (raulí: 41,2 cm, coigüe: 54,1 cm, roble: 37,4 cm, tolerantes: 15-18 cm)



b) Plantación de coigüe: 800 árboles/ha; altura media: 1,9 m; Edad: 3 años.

Foto 6: Hoyo de luz de 30 m de diámetro con plantación complementaria de coigüe (altura de los árboles circundantes: 30 m) a los 3 años de su instalación (sector Los Ñirres; hacienda Jauja (Precordillera de la Región de La Araucanía).

Fotos: Hans Grosse

4), donde las especies tolerantes se encuentran en el estrato bajo y se mantienen en pie para que, juntas con la nueva generación de *Nothofagus*, avancen hacia la rotación siguiente (Grosse, 1989). Su instalación puede ser sistemática o adecuarse a las condiciones particulares de cada bosque. Una red de hoyos de luz, comunicados por segmentos de bosque sin intervención, representa la primera etapa de una intervención de este tipo. Una vez consolidada la regeneración en los hoyos de luz, se puede optar por abrir paulatinamente el bosque remanente aplicando un aclareo sucesivo, que permita la instalación de regeneración. Una

vez que ésta también se consolide, se puede cosechar el bosque remanente. Para bosques de *Nothofagus* de crecimiento secundario esta puede ser una opción viable de aplicar, que ejerce la protección suficiente para el exitoso desarrollo de la regeneración y, a su vez, no desestabiliza los rodales que en muchos casos son bastante inestables por la falta de raleos previos.

Varias experiencias en terreno han demostrado resultados exitosos en la aplicación de los hoyos de luz (Foto 5), lo que se ve en las aplicaciones en bosques de segundo crecimiento en la



a) Vista general con regeneración artificial de raulí.



b) Raulí plantado (DAP: 4,5, H: 6,8 m, H/D: 1,5).

Foto 7: Hoyo de luz de 30 m de diámetro en un rodal en exposición norte con dominancia de roble (altura de los árboles circundantes: 20-25 m), con plantación complementaria de raulí de 14 años (fundo el Manzano, Melipeuco, Precordillera de la Región de La Araucanía). Fotos: Hans Grosse

precordillera norte de la Región de La Araucanía, hasta bosques primarios en la Cordillera de la Región de los Ríos.

En uno de los hoyos de luz experimentales en el sector de Los Ñirres en la hacienda Jauja, una apertura de 30 m permitió, además de la instalación de la regeneración natural, el 100% de prendimiento de una plantación complementaria de coigüe, que a los tres años de edad había llegado a 1,9 m de altura (Foto 6).

En una situación difícil para raulí, en exposición norte y gran competencia con quila, se logró que un número suficientemente alto de raulíes plantados complementen bien la regeneración natural. Al no aplicarse cortas intermedias, los

árboles tuvieron que competir extremadamente, logrando superar la competencia recién a los 10-12 años de edad. Un reflejo de esta situación es la alta relación altura/diámetro, que con un valor de 1,5 indica una muy baja estabilidad de los árboles (Foto 7).

6.2.3 Corta en fajas

Una variante del hoyo de luz consiste en la aplicación de cortas en fajas, donde el bosque remanente ejerce una influencia protectora hacia el interior de ésta (Foto 8). Fajas de 30 a 40 m de ancho instaladas en el fundo el Manzano, con plantación de roble y raulí de 14 años de edad, ya habían pasado en gran medida la altura



a) Faja con plantación de roble y raulí en bosque secundario.



b) Árbol mas alto: raulí (DAP: 15,7 cm, H: 11,6 m, H/D: 0,74; H/D promedio: 0,84), roble (DAP: 10,1 cm, H: 10,6 m, H/D: 1,05; H/D promedio: 1,00).

Foto 8: Faja de aproximadamente 30-40 m de ancho en bosque secundario del tipo forestal Roble-Raulí; edad de la plantación de raulí y roble: 14 años (fundo el Manzano, Melipeuco, Precordillera de la Región de La Araucanía).

Fotos: Hans Grosse

crítica, dominando a la fuerte competencia. Ésta incidió en un atraso del crecimiento, pero no en su supervivencia, lo que afectó especialmente al roble, que aún mantiene una relación altura/diámetro que indica baja estabilidad, con un valor de 1,0. Al contrario, el raulí presenta árboles más estables, con un valor de 0,84, y el árbol más grande presenta un DAP de 15,7 cm y una altura de 11,6 m. En este lugar existió fuerte competencia inicial, producida por especies exóticas asociadas a praderas (gramíneas, arbustos) y luego por quila, lo que dificultó el desarrollo durante el comienzo de la plantación.

En una faja realizada en bosque primario del tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa, de cerca de 60-80 m de ancho, una plantación de raulí de 14 años también tuvo un desarrollo promisorio en términos de supervivencia y crecimiento (Foto 9). Este último se vio mermado por la competencia

de especies autóctonas, especialmente coligüe, pero en menor grado que lo ocurrido en las fajas del fundo El Manzano.

La simplicidad en la instalación de fajas, el alto volumen de madera que se puede extraer y los resultados promisorios en las plantaciones realizadas en distintas zonas de crecimiento, convierten este método en una herramienta silvícola atractiva. Para su aplicación exitosa se debe tener presente la protección lateral de los rodales remanentes ejercida hacia la generación nueva, el ordenamiento de material de desecho en fajas en curvas de nivel, y la mantención en pie de especies del estrato dominado (tolerantes), para integrarlas a la próxima generación y evitar que se produzca alteración al suelo y erosión. Esto último limita el método a sectores de baja pendiente.



Foto 9: Faja de 60-80 m de ancho en bosque primario del tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa con plantación de raulí de 14 años de edad (fundo Pilmaiquén, área Neltume, Región de los Ríos).

Foto: Hans Grosse

Para situaciones de alta pendiente y alta pluviometría, la aplicación de los hoyos de luz ejerce mayor cobertura al suelo, evitándose riesgos de erosión. Por otro lado, en sectores con riesgo de largas sequías durante los períodos estivales se presenta como una alternativa por la protección que ejerce sobre la regeneración.

6.3 Corta de selección

La corta de selección se aplica en bosquetes que presentan a pequeña escala todas las clases de edad y diámetro. Aquí se da una ocupación espacial de próxima vecindad y de estratificación, lo que implica que simultáneamente se aplican cortas de cosecha y regeneración y cortas intermedias (Burschel y Huss, 1987). El número de árboles por clase diamétrica se presenta como una "j" inversa (Figura 5).

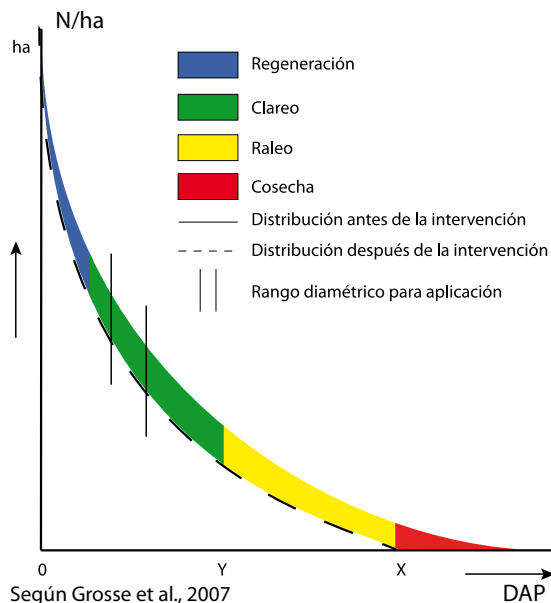
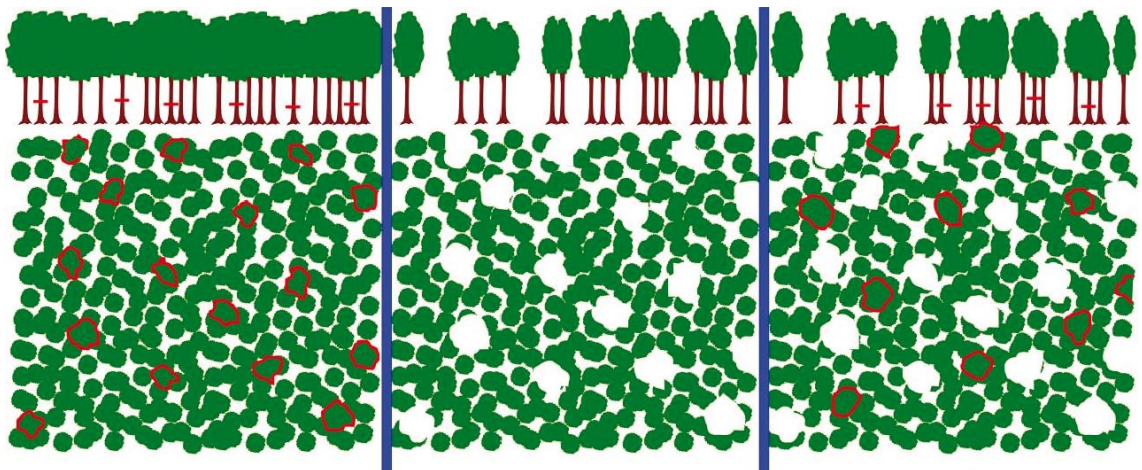


Figura 5: Distribución de los árboles por clase diamétrica en un bosquete manejado por corta de selección (modificado de Burschel y Huss, 1987).

- El sector de color azul y verde (diámetros inferiores a Y) representa los diámetros en la fase de regeneración y latizal, donde se aplican cortas de limpieza y se comienza con las cortas intermedias, respectivamente.
- En el sector de color amarillo se aplican raleos comerciales.
- El sector de color rojo indica el número de árboles de las clases de diámetro a extraer, teóricamente, en una sola corta. Todos los árboles con un diámetro superior a X , valor establecido como diámetro objetivo, son cosechados.
- Bajo un esquema extensivo de manejo, los diámetros inferiores a X no se cortarían y se morirían.

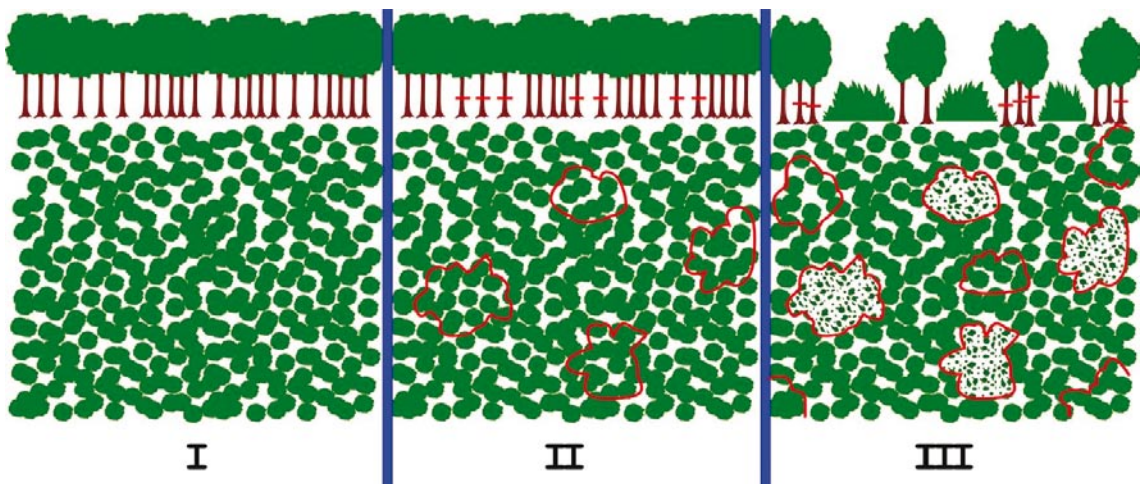
La extracción de árboles ocurre a nivel individual o en pequeños grupos cuando éstos alcanzan un diámetro objetivo prefijado (Figuras 6 y 7). Para optimizar la rentabilidad, los árboles a cosechar deben ser de óptima calidad y alto valor, lo que implica haber aplicado cortas sucesivas oportunamente, incluyendo la poda, si es necesario. La aplicación secuencial de esta práctica, lleva a una estructura multieténea,



Según Grosse et al., 2007

Figura 6: Método de selección con cosecha a nivel de árbol:

- I. Selección de los árboles
- II. Inicio de la regeneración (natural y/o artificial)
- III. Se realizan cortas intermedias y la selección de nuevos individuos a cosechar



Según Grosse et al., 2007

Figura 7: Método de selección con cosecha a nivel de grupos de árboles:

- I. Selección de los árboles
- II. Inicio de la regeneración (natural y/o artificial)
- III. Se realizan cortas intermedias y se seleccionan otros grupos a extraer

donde las condiciones ambientales son altamente favorables en términos de estabilidad del bosque, protección al suelo y humedad.

Para los bosques de especies del género *Nothofagus*, mezclados con especies tolerantes, las aperturas muy pequeñas, que entregan bajos niveles de luminosidad hacia su interior, limitan el desarrollo de las especies de baja tolerancia raulí, roble y coigüe y ayudarían al desarrollo de especies tolerantes. De hecho, en Europa central, donde comenzó la aplicación de las cortas sucesivas, básicamente se trabaja con especies tolerantes. Entonces, si se quieren aplicar cortas sucesivas en los bosques mixtos de *Nothofagus* y se desea mantener especies de baja tolerancia, es indispensable crear aperturas lo suficientemente grandes para que los árboles puedan desarrollarse. En la práctica, significa abrir espacios de 10 a 15 m de diámetro o más, dependiendo de la altura de los árboles vecinos, aumentando necesariamente la entrada de luz desde los costados a través de raleos de los árboles vecinos. Así también es aplicable para lenga, con la variante de que sólo grupos muy pequeños de árboles tendrán la calidad maderera que justifique su cosecha, y para obtener mayor disponibilidad de luz para la regeneración habrá que anillar en pie algunos árboles vecinos (Bava, 1999). Esta práctica también se puede denominar corta por bosquetes, o bien representa una variante de los hoyos de luz (Foto 10).

La aplicación de las cortas sucesivas requiere de un alto grado de comprensión sobre el funcionamiento del bosque y de las faenas a realizar, para que éstas no dañen el bosque remanente.



Foto 10: Latizal en bosquetes de lenga en la Reserva Río Claro (Región de Aysén).

Foto: Hans Grosse

6.4 Bibliografía

- Álvarez S. y Grosse H. (1978): "Antecedentes generales y análisis para el manejo de Lenga (*Nothofagus pumilio*. Poepp. Et Endl Krasser) en Alto Mañihuales, Aysén". Tesis de grado, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 144 p.
- Bava J. (1999): "Los bosques de lenga en Argentina". En: "Silvicultura de los bosques nativos de Chile". Editores C. Donoso y A. Lara. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 273-296.

- Burschel P. y Huss J. (1987): "Grundriss des Waldbaus". Pareys Studentexte 49. Verlag Paul Parey – Hamburg Berlin. 352 p.
- Hawley R. y Smith D. (1982): "Silvicultura Práctica". Ediciones Omega S.A. Barcelona, España. 544 p.
- Schmidt H. y Urzúa A. (1982): "Transformación y manejo de los bosques de lenga en Magallanes". Ciencias Agrícolas 11. 62 p.
- Grosse, H., Larraín, O., Sotomayor, A. (2007): "Guía para el manejo de los bosques dominados por especies del género *Nothofagus*". Registro de propiedad intelectual NO 166626. ISBN: 978-956-318-000-8. INFOR. 57 p.
- Grosse, H. (1989): "Renovales de Raulí, Roble, Coigüe y Tepa: Expectativas de rendimiento". Ciencia e Investigación Forestal. No 6. Instituto Forestal. Santiago Chile. 37-72.



7.
EL BOSQUE ADULTO
Hans Grosse

7. EL BOSQUE ADULTO

Hans Grosse

Casi el 30% (3,87 mil millones de hectáreas) de las superficies emergidas del planeta están cubiertas por bosques (0,65 ha per cápita), correspondiendo el 36,4% a bosques primarios, 52,7% a bosques naturales modificados, 7,1% a bosques seminaurales, 3,0% a plantaciones productivas y 0,8% a plantaciones forestales protectoras (FAO, 2006).

Los bosques primarios (bosques sin evidencia de actividad humana), corresponden aún al 36% de la cubierta de bosques. Cada año se pierden cerca de 14 millones de hectáreas de bosque, superficie que corresponde aproximadamente a la actual existencia de bosques nativos en Chile. A su vez se estima que se plantan cerca de 5 millones de hectáreas, lo que implica una disminución neta de la superficie cubierta por bosques en cerca de 9 millones de hectáreas. Lejos la mayor incidencia en esta destrucción es producida en Sudamérica y África, siguiendo a gran distancia Asia, Oceanía, Norteamérica y Centroamérica. Chile es una excepción dentro de lo que está sucediendo a nivel mundial al no aumentar significativamente la destrucción anual de bosques primarios.

7.1 El bosque primario inalterado

En Chile, un alto porcentaje de los bosques primarios corresponden a la lenga, mientras que los otros tipos forestales se encuentran mucho más intervenidos por el ser humano.

Un bosque en estado adulto corresponde a su condición de bosque primario en avanzado estado de su sucesión (Foto 1). Para el caso de la lenga, está representada por las fases de envejecimiento, destrucción y fines del crecimiento óptimo.



Foto 1: Bosque de lenga adulto primario en las fases de envejecimiento a destrucción (ladera norte del volcán Choshuenco, región de Los Ríos).

Foto: Hans Grosse

En los tipos forestales Roble-Raulí-Coigüe y Coigüe-Raulí-Tepa, el estado adulto presenta una estructura multietánea, en la cual las especies del género *Nothofagus* se presentan en el estrato superior, con diámetros que pueden pasar fácilmente los 70 cm (Foto 2), normalmente con escasa regeneración natural de estas especies por falta de luminosidad (Grosse *et al.*, 2007). En los estratos medio se encuentran las especies tolerantes, presentando estructuras diamétricas y de edades del tipo jota inversa, lo que indica que se están regenerando y desarrollando bajo la cobertura del dosel superior o en pequeños claros dentro del

bosque (Veblen y Ashton, 1978). Al morir paulatinamente los *Nothofagus* por alcanzar mucha edad, su espacio puede ser ocupado por especies tolerantes, las que podrían dominar, llevando a un cambio de especies que implica un bosque compuesto preferentemente por tolerantes, como por ejemplo lingue (*Persea lingue*), olivillo (*Aextoxicon punctatum*), tepa (*Laureliopsis philippiana*), mañío (*Saxegothaea conspicua*) y trevo (*Dasyphyllum dianthoide*), que pueden auto reemplazarse.

Para incorporar los bosques primarios inalterados a la producción, deben someterse a cosecha. Para esto se ofrecen básicamente las variantes de las cortas de protección, complementando la regeneración natural a través de plantación.

7.2 El bosque primario alterado y propuestas para su recuperación

El bosque primario alterado da lugar a tres situaciones descritas por la OIMT o ITTO:

“Los bosques primarios degradados son bosques primarios (u originales) en los que la estructura, procesos, funciones y dinámica de la cobertura boscosa inicial se han alterado más allá de la resistencia a corto plazo del ecosistema”.

“Los bosques secundarios están compuestos por vegetación boscosa que ha vuelto a crecer en tierra donde la cobertura boscosa original fue, en su mayor parte, desmontada”.

“Las tierras forestales degradadas son tierras previamente boscosas que fueron severamente dañadas por la extracción excesiva de productos forestales, prácticas deficientes de manejo, incendios reiterados, el pastoreo de ganado, u otras alteraciones o usos de la tierra que dañan el suelo y la vegetación en tal grado que se inhibe o retrasa seriamente el establecimiento del bosque posterior al abandono”.



Foto 2: Bosque adulto primario del tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa (Fundo Pilmaiquén, sector Neltume, Región de los Ríos). Foto: Hans Grosse

En Chile existen las tres situaciones descritas por la OIMT. La más estudiada desde el punto de vista académico y práctico, corresponde a la de los bosques secundarios. Muy distinta es la situación para los bosques primarios degradados y las tierras forestales degradadas, donde su recuperación con especies nativas se encuentra en un estado incipiente.

La superficie de bosques naturales en Chile corresponde a 13,6 millones de hectáreas. (INFOR, 2006).

El bosque natural se divide en adulto, renova, adulto renova y achaparrado, donde la suma de las situaciones adultas corresponde a 6,8 millones de hectáreas (Cuadro 1).

Las situaciones que corresponden a renovaes dicen relación en gran medida con bosques de crecimiento secundario, que se formaron después de grandes incendios causados por el ser huma-

Cuadro 1: Superficie por tipo de bosques en Chile (según Conaf-Conama-BIRF, 1997).

Tipo de bosque	Millones de ha
Adulto	5,9
Renoval	3,6
Adulto renoval	0,9
Achaparrado	2,9
Total	13,6
Mixto	0,1
TOTAL	13,7

no. En las situaciones calificadas como adulto y adulto-renoval y en parte en los renovales, se encuentra una porción importante de los bosques empobrecidos por corta selectiva de la madera, uso ganadero extensivo e incendios, que llevaron a su empobrecimiento respecto de la calidad y cantidad de sus especies de mayor valor y su biodiversidad, al igual que en muchos bosques tropicales húmedos (Apanah, 2001). Estas actividades fueron transformando al bosque, quedando una importante superficie en estado de degradación, como bosques naturales modificados en diversa intensidad. Como resultado, los lugares degradados ofrecen malas perspectivas para la explotación de madera, servicios ecológicos (fijación de CO₂), la protección de cuencas hidrográficas y la conservación de la biodiversidad.

Una de las tareas pendientes para el sector forestal es la rehabilitación de los bosques degradados. La degradación de bosques nativos es una realidad en Chile y en el bosque tropical húmedo a nivel mundial. Las causas descritas por Apanah en el año 2001, son similares en todos los lugares donde esto ocurrió, correspondiendo a métodos inadecuados de extracción, la agricultura y la ganadería itinerante que se practica después de explotar los bosques y los incendios forestales.

Frente al problema planteado, durante la segunda mitad del siglo XX se buscaron en el sector de Asia-Pacífico distintas opciones para revertir esta



Foto 3: Bosque primario degradado del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe (Alto Pasa-950 msnm, sector lago Neltume, Región de Los Ríos). Foto: Hans Grosse

situación (Bertault, Dupuy y Maitre, 1995). Entre estas figuran aclareos y apertura de claros para promover el desarrollo de la regeneración natural y artificial, donde tampoco estuvieron ausentes problemas con vegetación de competencia y desequilibrios por no respetar la multiespecificidad de las especies.

Soluciones de este tipo deben aplicarse también para recuperar bosque nativos degradados en Chile. Ya existen ejemplos bastante auspiciosos, como los realizados en el tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe en el área de Neltume (Foto 3).

Mediante la distribución de espacios plantados con raulí de 100 m² en un mosaico que cubre un área colonizada principalmente por coligüe después de explotación masiva, a los 11 años y sin ninguna intervención posterior al establecimiento de las plantas, se obtuvieron árboles con un crecimiento anual en altura entre 0,8 y 1,0 m y en diámetro entre 0,6 y 0,9 cm (Foto 4). Los altos índices en la relación altura/diámetro demuestran la falta de cortas intermedias y una cierta inestabili-



a) Espacio plantado con raulí (aproximadamente 30 árboles por espacio).



b) Al interior de la plantación de raulí (DAP: 7-10 cm; Altura: 9-11 m; Edad: 11 años; H/D: 0,9-1,3).

Foto 4: Recuperación del bosque primario degradado del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe a través de la plantación distribuida en un mosaico de espacios de 100 m² (aproximadamente 30 raulíes por espacio), dispuestos principalmente entre coligües (Alto Pasa-950 msnm, sector lago Neltume, Región de Los Ríos). Fotos: Hans Grosse

dad de los árboles. Potenciar lo que existe implica la aplicación inmediata de cortas intermedias.

Otro tipo de degradación de bosques es la producida por contaminación atmosférica, la cual en Chile es de muy baja incidencia.

7.3 Bibliografía

Appanah (2001): "Red de rehabilitación forestal de Asia y el Pacífico". En "Unasylva", 207 FAO. Roma, Italia.

Bertualt J.G., Dupuy y Maitre (1995): "La silvicultura para la ordenación sostenible del bosque tropical húmedo". En: "Unasylva", 181. FAO. Roma, Italia.

CONAF-CONAMA-BIRF (1997): "Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile". CONAF. Santiago, Chile.

FAO (2006): "Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2005". Estudio FAO: Montes 147. Roma, Italia.

INFOR (2006): "Estadísticas Forestales Chilenas 2005". INFOR. Santiago, Chile. 165 p.

OIMT: Organización Internacional de las Maderas Tropicales.

Veblen T.T. Y Ashton D. (1978). "Catastrophic influences on the vegetation of the Valdivian Andes, Chile". Vegetatio Vol. 36(3). Pag:149-167.



8.
BOSQUES SEMINATURALES
Hans Grosse

BOSQUES SEMINATURALES

Hans Grosse

El manejo de bosques nativos degradados para su recuperación es un desafío de gran envergadura que Chile debe enfrentar en el futuro. Los dos caminos que más frecuentemente se han seguido en el país para lograr este fin son la restauración¹ y la reparación². A nivel de Estado, la Ley del Bosques Nativo, que entra en operación a partir del año 2009, es un reflejo de la decisión de restaurar. Por otro lado, el Decreto Ley 701, desde el año 1974, ha puesto su énfasis en la reparación a través de la plantación de especies exóticas. Una opción que aún no es considerada en la legislatura forestal chilena es la rehabilitación, con la cual se logra: "Recuperación de biomasa, productividad y parte de la diversidad biológica. No necesariamente se recuperan todas las especies de flora y fauna originalmente presentes. Incluso, por motivos ecológicos o económicos el nuevo bosque puede incluir especies que no estaban presentes originalmente. Puede ser que el sitio degradado ya no sea apto para algunas de las especies originales y muchas veces es necesario utilizar especies con alto valor maderero con el propósito de solventar los esfuerzos de rehabilitación. Se re-establecen la mayoría de los servicios ecosistémicos del bosque original" (Mujica, 2008).

La rehabilitación es el concepto que rige para los bosques seminaturales.

8.1 Primeras experiencias con bosques seminaturales

La silvicultura del centro de Europa incorporó, al menos desde el siglo XIX, la instalación de bosques seminaturales como respuesta a masivas deforestaciones y degradaciones que tuvieron sus orígenes en altas demandas ocasionadas por las guerras y el uso reiterativo del monte bajo, especialmente para haya y encino, por muchos siglos. Se consideraron en gran medida mezclas nativas, utilizando especies que no necesariamente correspondían al sitio de establecimiento. Con gran énfasis se amplió el rango de distribución y la participación de *Picea abies* en desmedro de latifolias y otras coníferas. El motivo para esto consiste en que picea es un árbol que proporciona gran versatilidad de uso para su madera, además de niveles de crecimiento atractivos.

Pero no sólo se trabajó con especies nativas. Durante la época en la cual el transporte marítimo se realizaba con veleros, se generó demanda por árboles de fustes rectos y altos para la construcción de mástiles. El pino oregón se presentó como una opción. Su rápido crecimiento y su madera de gran valor conquistaron el mercado y, si bien la demanda a futuro cambió, se transformó en la especie exótica más importante, principalmente en Francia y Alemania. La mezcla con haya resultó

¹ Restauración: "recuperación de biomasa, productividad y diversidad biológica presente originalmente. El propósito es la recuperación del ecosistema original, por lo que el bosque deberá tener sólo especies de flora y fauna nativas. No deberá haber presencia de especies exóticas. En este caso, se deben re-establecer todos los servicios ecosistémicos del bosque original" (Mujica, 2008).

² Reparación: "recuperación de biomasa y productividad en un sitio degradado utilizando principalmente especies arbóreas exóticas de rápido crecimiento. La mayoría de las veces se establecen plantaciones con una sola especie y las especies nativas, que regeneran naturalmente, sólo están presentes en forma secundaria en el sotobosque. El principal beneficio es económico. No se recupera la diversidad biológica original, por lo que estos bosques no son los más adecuados para la recuperación del paisaje forestal. En todo caso, es posible re-establecer algunos servicios ecosistémicos del bosque original" (Mujica, 2008).

ser especialmente exitosa, dado que ésta es tolerante y soporta bien crecer bajo la sombra de la conífera. Esto, con la salvedad que se produce bajo copas abiertas. En términos de rendimiento se justificaba la mezcla por el aumento de éste en comparación con un rodal puro de la latifoliada (De Wall *et al.* 1998).

8.2 Aplicaciones en Chile

Muchos bosques nativos en Chile han experimentado la introducción de alguna especie exótica. En muchos casos de manera casual, por ejemplo por dispersión de semillas a través de los pájaros. Un caso para esta situación se encuentra en el fundo Nonguén, al lado de la ciudad de Concepción, donde *Pinus radiata* crece de manera aislada entre robles. A su vez, en muchos bosques de segundo crecimiento no es raro encontrar algún árbol frutal, entre los que destaca el cerezo. Frecuentemente se encuentran especies del género *Acacia*, donde destacan *A. melanoxylon* y *A. dealbata*. La superficie donde se encuentran estas mezclas es de tal magnitud, que las estimaciones del catastro del bosque nativo indican cerca de 100.000 ha para esta situación.

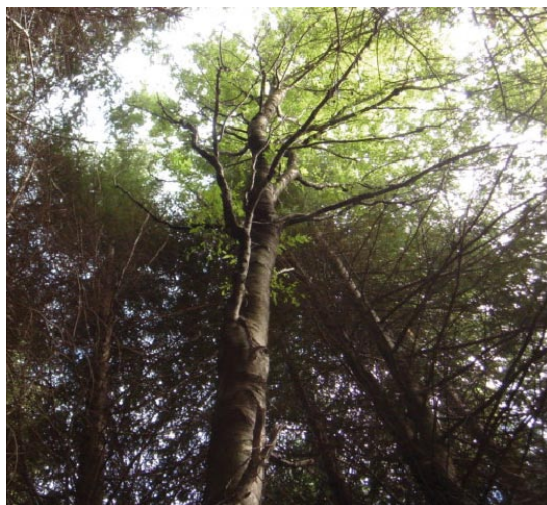


Foto 1: Enriquecimiento con pino oregón en un hoyo de luz de un bosque nativo degradado (Fundo Quechuco, área San José de la Mariquina; Región de Los Ríos).
Foto: Hans Grosse

Además de las mezclas casuales, se agregan plantaciones para ayudar a recuperar productividad en bosque nativo degradado (Foto 1) y mezclas que se establecieron entre pino oregón, raulí, roble y coigüe con la finalidad de recuperar praderas (Foto 2).



a) Fundo Arquihue, área Futrono, Región de los Ríos



b) Fundo Paillahuinte, área Futrono, Región de los Ríos

Foto 2: Recuperación de praderas con plantaciones mixtas de raulí con pino oregón. Fotos: Hans Grosse (en Grosse *et al.*, 2008)

En Europa se han aplicado esquemas seminaturales con especies de tolerancia opuesta, como es el caso de *Larix decidua* y *Fagus sylvatica* (haya) o pino oregón con haya, lográndose por la incorporación de las especies de menor tolerancia ganancias sobre el 50%. En Chile existen experiencias sobre la combinación de especies de tolerancia similar, donde participan pino oregón, raulí, roble y coigüe. Los factores a considerar para el manejo de estas situaciones obtenidas en estudios realizados por Grosse *et al.* (2008) son entregadas a continuación:

Todas las especies consideradas presentan mediana a alta exigencia de luz, por lo que se obtendrán bosques mixtos de un solo estrato.

Se puede optar a rotaciones de 30 a 40 años si se pretende un diámetro objetivo de 30-50 cm.

Las alturas dominantes a obtener a los 30 años de edad fluctúan entre 22 y 26 m, siendo superadas en los mejores sitios.

El crecimiento en sitios cordilleranos es mayor que los obtenidos en aquellos ubicados en el Valle Central.

También la exposición incide en el desarrollo de las especies, creciendo en las zonas de mayor pluviometría más roble y raulí en laderas norte, mientras que en zonas de menor pluviometría el raulí crecería mejor en la ladera sur. Este último antecedente requiere de mayor análisis para una conclusión definitiva. El coigüe crece más en la ladera sur.

La falta de raleos es muy sensible para el crecimiento de los *Nothofagus* y en menor escala para pino oregón, haciéndose manifiesta la alta capacidad de reacción de estas latifoliadas cuando se realizan intervenciones tempranas.

Se debe respetar la dinámica de crecimiento de cada una de las especies. En caso contrario

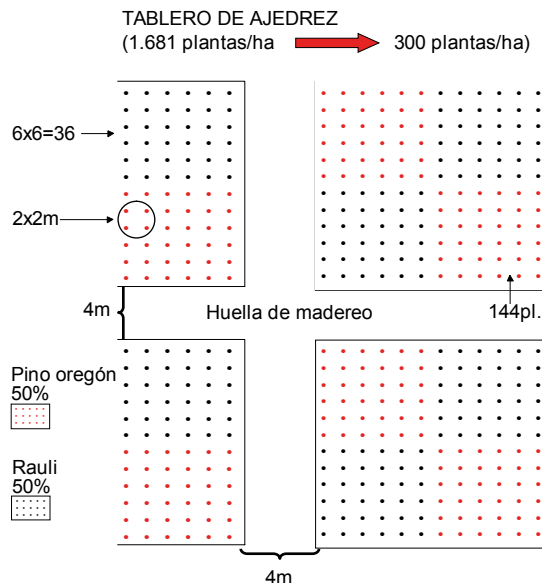


Figura 1: Esquema de manejo tipo "tablero de ajedrez" (Grosse *et al.*, 2009)

El esquema de mezclar especies del género *Nothofagus* con pino oregón permite:

- Reducir la competencia ínter específica
- Cortar intermedias y finales, respetando la dinámica de crecimiento de cada especie
- Volteos dirigidos hacia la huella de madereo.

una puede superar a la otra, lo que llevaría a la pérdida productiva de la especie suprimida.

Para evitar la competencia ínter específica y para potenciar el crecimiento de cada especie, se propone el esquema de plantación en tablero de ajedrez, donde en cada cuadrado se establecen 25 (5x5) o 36 (6x6) plantas. Si se asume que posteriormente a los raleos queda el 20% de los árboles en pie, quedarían por cuadrado 5 y 6 plantas respectivamente (Figura 1).

Los esquemas planteados permiten recuperar terrenos desprovistos de árboles para ser manejados con especies de bosque nativo. Se da la opción de mezclar con alguna especie exótica para diversificar los productos a obtener, manteniéndose una alta diversidad de especies y estabilidad del bosque que se está creando.

8.3 Manejo de la invasión indeseada al bosque nativo

Uno de los temas que preocupan al introducir una nueva especie es que ésta se convierta en un problema, al invadir áreas boscosas nativas que se quieren dejar con sus especies originales. Para evitar invasión indeseada al bosque nativo por las especies exóticas como el pino oregón, Pauchard *et al.* (2008) recomiendan:

Realizar un análisis de riesgo de nuevas introducciones, con la finalidad de evitar daños económicos y ambientales.

Iniciativas para el establecimiento de pino oregón al interior/alrededor de bosque nativo deben ser evaluadas en relación a cada sitio, considerando por ejemplo la abundancia de sotobosque en los bosques nativos cercanos, que puede inhibir el desarrollo de plantas de la especie exótica.

Edades de rotación deben considerar el máximo en la producción de semillas: si la máxima semillación se alcanza a una edad avanzada, se puede ver la posibilidad de cosechar los árboles antes de que lleguen a ésta.

Limitar las posibilidades de dispersión de semillas; considerar la dirección del viento y utilizar cortavientos con especies no invasoras. Limitar las perturbaciones y suelo mineral descubierto: al existir condiciones de suelo mineral descubierto, se debería optar por cubrirlo con alguna especie nativa o controlar la regeneración de la especie invasora.

Se debe controlar la regeneración natural de la especie: se recomienda controlar la regeneración de pino oregón cuando ésta pase de los 50 cm de altura.

Seleccionar variedades/genotipos con baja producción de semillas: se recomienda plantar genotipos que producen poca semilla

y considerar la opción de desarrollar alguna variedad estéril.

8.4 Bibliografía

De Wall, K., Dreyer, G., Spellmann, H. Y Pretsch, H. (1998): "Struktur und Wuchs-dynamik von Buchen-Douglasien-Mischbeständen in Niedersachsen". Forstarchiv, 69. Jg., Heft Nr 5, 179-191.

Grosse, H., Müller-Using, B., Martin, M., Vergara, G. (2008): "Mezclas coetáneas de especies del género *Nothofagus* y pino oregón". En: "Bosques Seminaturales, una opción para la rehabilitación de bosques degradados". Editores: R. Mujica, H. Grosse y B. Müller-Using. Registro propiedad intelectual: 176711; ISBN: 978-956-318-012-1. INFOR-MINAGRI-INNOVA. Valdivia, Chile. 67-88.

Grosse, H. y Müller-Using, B. (2008): "El complemento entre especies de diversa tolerancia en bosques mixtos". En: "Bosques Seminaturales, una opción para la rehabilitación de bosques degradados". Editores: R. Mujica, H. Grosse y B. Müller-Using. Registro propiedad intelectual: 176711; ISBN: 978-956-318-012-1. INFOR-MINAGRI-INNOVA. Valdivia, Chile. 39-66.

Mujica, R. (2008): "Opciones de recuperación para bosques degradados". En: "Bosques Seminaturales, una opción para la rehabilitación de bosques degradados". Editores: R. Mujica, H. Grosse y B. Müller-Using. Registro propiedad intelectual: 176711; ISBN: 978-956-318-012-1. INFOR-MINAGRI-INNOVA. Valdivia, Chile. 4-23.

Pauchard, A., Langdon, B., Peña, E. (2008): "Potencial invasivo de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco en bosques nativos del centro-sur de Chile". En: "Bosques Seminaturales, una opción para la rehabilitación de bosques degradados". Editores: R. Mujica, H. Grosse y B. Müller-Using. Registro propiedad intelectual: 176711; ISBN: 978-956-318-012-1. INFOR-MINAGRI-INNOVA. Valdivia, Chile. 89-114.



9.
ANEXOS

9. ANEXOS

Con la finalidad de facilitar la comprensión del texto del presente libro más allá de un público especialista, se agregan en el anexo un glosario de palabras técnicas, un listado de las especies forestales nombradas con su nombre en latín y un listado de las siglas utilizadas con su significado (Anexos 9.1, 9.2 y 9.3).

Para facilitar una rápida visión general sobre los tipos forestales en Chile, se entrega un resumen con información que los caracteriza que incluye las condiciones climáticas, de suelo, las principales especies forestales que los componen y la ubicación geográfica y política (Anexo 9.4).

Para una rápida comprensión de la silvicultura a aplicar en las distintas etapas de desarrollo del bosque se entrega un esquema resumido para esto (Anexo 9.5).

ANEXO 9.1: GLOSARIO ¹

Agricultura migratoria: práctica de la agricultura, donde espacios del bosque son cultivados temporalmente y luego abandonados para su recuperación (shifting cultivation).

Aclareo sucesivo: Apertura paulatina secuencial de un rodal o bosque maduro, hasta consolidar su regeneración.

Albura: Corresponde a los últimos anillos de crecimiento de un árbol y se ubica inmediatamente debajo de la corteza. Aún contiene células vivas, fisiológicamente activas, contribuyendo a la conducción en ascenso de la savia. Su color es más claro, menos denso y contiene más humedad que el duramen. Esta porción de madera muchas veces se califica como madera blanca.

Al morir las células (parénquima), la albura se transforma en duramen.

Altura dominante: Altura media de los cien árboles más altos por hectárea de un rodal o bosque.

¹ FUENTE DE INFORMACIÓN PARA LAS DEFINICIONES:

Griess, O. y Kurth, H. (1998): Terminologie der Forsteinrichtung. IUFRO World Series Vol. 9-de. Pammer Druck, Linzerstr. 179, A-3003 Gablitz, Austria. 169p.

Grosse, H., Larrain, O., Sotomayor, A. (2007): Guía para el manejo de los bosques dominados por especies del género *Nothofagus*. Registro de propiedad intelectual N° 166626. ISBN: 978-956-318-000-8. INFOR. 57 p.

Mujica, R. (2008): Opciones de recuperación para bosques degradados. En: Bosques Seminaturos, una opción para la rehabilitación de bosques degradados. Comité editor: R. Mujica, H. Grosse y B. Müller-Using. Registro propiedad intelectual: 176711; ISBN: 978-956-318-012-1. INFOR-MINAGRO-INNOVA. Valdivia, Chile. 4-23.

Wikipedia (2009): <http://es.wikipedia.org>

Anillado: Descortezado que se realiza al contorno de un árbol, interrumpiendo el continuo de células vivas y así el ascenso de la savia, lo que produce la muerte del árbol en pie.

Añerismo: Año de alta producción de semillas en un gran número de árboles.

Árbol futuro: Árbol que representa características de alta calidad y que a través de raleos secuenciales es liberado con la finalidad de potenciar su crecimiento y llegar hasta el momento de cosecha (final de la rotación).

Área basal: Área de la sección donde se ubica el diámetro a la altura del pecho de un árbol.

Área productora de semillas (APS): Corresponde a un rodal natural o una plantación joven que contiene un grupo de árboles que se han identificado como superiores al resto y que se han conservado y manejado específicamente para la producción de semillas. En ellas se eliminan los árboles de baja calidad y se conservan sólo los mejores individuos para que se crucen entre sí y produzcan semilla con algún grado de mejora.

Bosque monoespecífico: Bosque constituido por una sola especie arbórea.

Bosque multiespecífico: Bosque constituido por más de una especie arbórea.

Bosque coetáneo: Bosque formado por árboles de la misma edad o edades cercanas.

Bosque multietáneo: Bosque formado por árboles de distinta edad.

Bosque de crecimiento secundario: Está compuesto por vegetación boscosa que ha vuelto a crecer en tierra donde la cobertura boscosa original fue, en mayor parte, desmontada por causa del fuego o explotación.

Biodiversidad: Riqueza de especies existentes en el planeta, considerando la diversidad

genética dentro de estas, en cada ecosistema y la heterogeneidad a nivel geográfico.

Biomasa: Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso seco por unidad de área o de volumen. También se entiende como la materia orgánica originada por un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

Biosfera: Es el sistema material formado por el conjunto de los seres vivos propios del planeta tierra, junto con el medio físico que les rodea y que ellos contribuyen a conformar. Este significado de "envoltura viva" de la Tierra, es el de uso más extendido, pero también se habla de biosfera a veces para referirse al espacio dentro del cual se desarrolla la vida. También la biosfera es el conjunto de la litósfera, hidrósfera y la atmósfera.

Brote de tocón: Brotes o vástagos que se generan desde el tocón. Constituyen la base para el bosque de crecimiento secundario.

Brinzal: Estructuras compuestas por árboles jóvenes con un diámetro menor a 5 cm y una altura mayor o igual a 2 m.

Biota: Designa al conjunto de especies de plantas, animales y otros organismos que ocupan un área dada.

Bosque primario: Bosque con un ecosistema maduro caracterizado por la presencia de especies leñosas de mucha edad con vida silvestre y plantas de menor tamaño asociadas a él, sin o bajo influencia humana menor.

Bosque natural: Bosque que ha evolucionado sin intervención humana.

Bosque nativo degradado: Bosque primario o natural, en el que la estructura, procesos, funciones y dinámica de la cobertura boscosa inicial se ha alterado más allá de la resistencia a corto plazo del ecosistema.

Bosque seminatural: Bosque formado por una mezcla de especies forestales nativas y exóticas que rehabilitan un bosque degradado, lográndose la recuperación de biomasa, productividad y parte de la diversidad biológica.

Brote epicórnico: Brote que surge de yemas latentes en el fuste de un árbol, principalmente al aumentar la llegada de luz a este después de podas y raleos.

Capa freática: Es la primera capa de agua subterránea que se encuentra al realizar una perforación en el suelo.

Compactación de suelo: Densificación del suelo producida mecánicamente en el bosque por pisadas de animales y tránsito de maquinaria.

Contenedor: Recipiente para la producción de plantas en vivero, formado por plástico de pared rígida o flexible.

Casilla de plantación: Volumen de suelo que se prepara en el lugar de plantación para esta, por ejemplo a través de su descompactación.

Control mecánico: Reducción de malezas a través de su corte manual o mecanizado.

Clon: Entidad biológica (gen, cromosoma, célula u organismo) genéticamente idéntica a otra. En la parte forestal es común la obtención de clones a través de la reproducción por estacas y tejidos.

Chapa: Fina hoja de madera de espesor uniforme, que se obtiene industrialmente del debobinado o foliado de troncos.

Cilindro defectuoso: Parte interna del fuste que presenta madera con nudos. Se entiende como la sección interna del fuste que posteriormente a la poda queda envuelta por la madera libre de nudos.

Chips: Pequeñas partículas de madera que se obtienen industrialmente con máquinas especialmente diseñadas para este fin y se utilizan para la fabricación de pulpa.

Clareo: Corta intermedia que se realiza en las primeras etapas de desarrollo de un rodal (el DAP aún no supera 5 cm) con la finalidad de estimular el crecimiento de los árboles remanentes.

Copa: Parte del árbol constituido por ramas y follaje verde, excluyendo los brotes epicórnicos.

Capacidad de ocupación de sitio: Es la ocupación de un sitio expresada en área basal que puede alcanzar una especie o mezcla de especies forestales a una edad determinada.

Corta de limpieza: Corta efectuada para liberar las especies que se deseen proyectar en el rodal durante la etapa de regeneración, de aquellas que inhiben su desarrollo.

Corta de liberación: Corta al estrato superior (árboles viejos) con el propósito de abrir espacio y entrada de luz a la regeneración.

Cortas intermedias: Intervenciones que se realizan al bosque durante su ciclo de crecimiento que consisten en cortas de liberación y de limpieza, clareos, raleos, podas, cortas sanitarias, de recuperación y mejoramiento.

Corta sanitaria o de recuperación: Consiste en la eliminación de árboles atacados por insectos o enfermedades con el fin de evitar la formación de focos de infección dentro del rodal.

Corta de regeneración y cosecha: Cosecha del bosque que crea condiciones aptas para el establecimiento de la regeneración.

Cuartel: Espacio en el cual se ejecutan las faenas de cosecha durante un año de la rotación del rodal.

Corta de protección: Consiste en la cosecha gradual de los árboles de un rodal durante el período final de la rotación, desarrollándose la siguiente generación bajo la cobertura o protección de los individuos adultos remanentes.

Cortadeselección: Consiste en cosechar pequeños grupos de árboles o árboles individuales de tal manera de mantener la estructura multietánea de un rodal.

Crecimiento anual corriente: Crecimiento anual de un árbol (CAC).

Crecimiento anual medio: Crecimiento acumulado (diámetro, área basal, volumen) por un árbol durante su período de desarrollo, dividido por el número de años de este (CAM).

Deforestación: Proceso provocado generalmente por el ser humano, en el que se destruye la superficie forestal.

Degradación: Proceso que lleva a la degradación del bosque nativo (ver definición de bosque nativo degradado)

Diámetro objetivo: Diámetro de los árboles al que se pretende llegar al final de la rotación para luego realizar su cosecha.

Diámetro a la altura del pecho: Diámetro con corteza de un árbol a 1,3 metros de altura (DAP)

Diámetro sobre muñón: Diámetro en la base de una rama cortada a través de poda.

Duramen: Corresponde a la parte interna del tronco, sin actividad conductora, de color más oscuro que la albura, debido a la oxidación de fenoles. Las paredes celulares se encuentran reforzadas con más lignina e impregnadas con taninos, aceites, gomas, resinas, colorantes, compuestos aromáticos, carbonatos de calcio y sílice.

Ecología: Se compone de dos palabras griegas (oikos: casa y logos: conocimiento). Estudia los seres vivos (distribución y abundancia) y como esas propiedades son afectadas por la interacción entre los organismos y el ambiente (factores abióticos como clima y geología) y demás organismos que comparten el hábitat (factores bióticos).

Ecosistema: Unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat formado por organismos vivos (biocenosis) y el medio físico donde se relacionan (biotopo).

Ecotono: Es la zona de transición entre dos o más comunidades ecológicas (ecosistemas) distintas.

Efecto invernadero: Fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de la atmósfera, retienen la energía que el suelo terrestre emite y una parte de la misma la reemiten a la superficie de la tierra (este fenómeno tiene una cierta similitud con lo que sucede dentro de un invernadero). Se ve acentuado por emisiones provocadas por la actividad humana como el dióxido de carbono y el metano.

Enriquecimiento: Reincorporación o complementación con especies arbóreas de calidad en situaciones de bosques empobrecidas respecto la calidad y composición arbórea.

Erosión: Pérdida excesiva del suelo provocada por agua y viento debido a la eliminación de la vegetación protectora por sobrepastoreo y deforestación. Puede llevar al empobrecimiento y hasta la destrucción de los suelos.

Especie exótica: Especie introducida a Chile.

Especie nativa: Especie endémica de Chile.

Estrato: Define la dominancia de los árboles referente a su altura. Según la clasificación de IUFRO: altura superior: >2/3 de la altura superior; altura media: 1/3-2/3 de la altura superior y

altura inferior: $<1/3$ de la altura superior. Según la clasificación de Kraft los árboles se clasifican desde el nivel más alto al más bajo en emergentes, dominantes, codominantes, intermedios e inferiores.

Faja: Variante de la corta de protección, donde la cosecha se realiza en fajas protegidas por los árboles remanentes orilleros que posibilitan el desarrollo de la regeneración.

Fase de desarrollo: Etapa del desarrollo generacional de un rodal (regeneración, crecimiento óptimo, envejecimiento, destrucción).

Fenotipo: El fenotipo es cualquier característica detectable de un organismo (estructural, bioquímico, fisiológico o conductual), determinado por una interacción entre su genotipo y su medio (Ambiente+Genotipo=Fenotipo). Para los árboles se refiere a la apariencia exterior de los árboles (el conjunto de rasgos).

Fisiología: Es el estudio del funcionamiento de los órganos y tejidos vegetales de las plantas (en el campo de la botánica), estrechamente relacionado con la bioquímica y la biología molecular.

Genética: Es el campo de las ciencias biológicas que trata de comprender cómo la herencia biológica es transmitida de una generación a la siguiente, y cómo se efectúa el desarrollo de las características que controlan estos procesos.

Genotipo: Es el contenido genético (el genoma específico) de un individuo, en forma de ADN, o bien el conjunto de genes de un organismo.

Gramínea: Familia de plantas herbáceas, pertenecientes al orden Poales de las monocotiledóneas (Liliopsida). La mayor parte de la dieta de los seres humanos proviene de la gramíneas (directa: granos de cereales y sus derivados, como harinas y aceites; indirecta: carne, huevos de animales que se alimentan de pastos y granos).

Hábitat: Es el ambiente que ocupa una población biológica. Es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia.

Herbicida: Producto fitosanitario utilizado para matar plantas indeseadas.

Hoja caducifolia: Hojas de árboles o arbustos que pierden su follaje durante parte del año (otoño – invierno).

Hoja perenne: Hojas de árboles o arbustos que no pierden su follaje y mantienen hojas vivas durante todo el año.

Holopterus: *Holopterus chilensis* (Coleoptera: Cerambycidae), es un barrenador de la madera distribuido entre las Provincias de Arauco y Osorno, que ataca en su estado larval principalmente a robles (*Nothofagus obliqua*) en el segmento de su primera troza.

Hoyo de luz: Variante de la corta de protección, que consiste en la extracción de grupos de árboles, de manera de formar durante la cosecha espacios al interior del rodal, que protegidos por los árboles remanentes orilleros entregan condiciones para el establecimiento y desarrollo de regeneración arbórea.

Huerto semillero clonal: Plantación por clones de árboles genéticamente superiores, aislada para evitar la contaminación de material genéticamente inferior, que a través de manejo silvícola intensivo posibilita abundante y frecuente producción de semillas fácilmente cosechables.

J inversa: Distribución por frecuencia del número de árboles de un rodal por clase diamétrica, que concentra la mayor cantidad de individuos en las clases bajas y que en su graficación (frecuencia por clase de diámetro) se distribuye como una J inversa. Representa multietaneidad.

Latizal: Estructura compuesta por árboles jóvenes con un diámetro mayor o igual a 5 cm y menor a 20 cm, con una altura no mayor a 20 m.

Latifoliada: Árbol con hoja de base ancha y terminada en punta fina (Angiosperma)

Leña: Es la madera utilizada para hacer fuego en estufas, chimeneas o cocinas. Es la forma más simple de biomasa usada mayormente para calefaccionar y cocinar.

Liberación mecánica: Eliminación de plantas indeseadas con el uso de herramientas cortantes.

Liberación química: Eliminación de plantas indeseadas con el uso de herbicidas.

Luminosidad relativa: Luminosidad que llega al suelo, medida en lugares bajo influencia de las copas de árboles en relación a uno que recibe luz completa (100%), expresado en porcentaje.

Manejo: Se entiende como la ejecución de un plan de ordenación forestal; este corresponde a la planificación forestal de mediano a largo plazo y su control, con la finalidad de cumplir sustentablemente con las funciones del bosque.

Manejo de crecimiento rápido: Implementación de una estrategia silvícola que conduce a acelerar tempranamente el crecimiento de los árboles seleccionados como "futuro".

Madera libre de nudos: Porción de madera sin restos de ramas vivas o muertas, que se ubica entre el cilindro defectuoso el tronco y la corteza.

Monte bajo: Bosque generado con brotes de tocón, en general planteado para rotaciones cortas.

Monte medio: Bosque de estrato superior abierto generado por semillas y con un estrato inferior de monte bajo.

Monte alto: Bosque generado por semillas.

Morfología: Disciplina encargada del estudio de la forma y estructura de un organismo o sistema. Ciencia biológica que trata de la forma y transformación de los seres orgánicos.

Mulch: Es una cobertura de protección que se localiza sobre el suelo para modificar los efectos del clima local. Se utiliza en agricultura, plantaciones y jardinería, con la finalidad de mantener la humedad del suelo y moderar la temperatura del suelo.

Nothofagus: Las Nothofagácaes (*Nothofagaceae*) forman una familia de especies arbóreas del hemisferio sur que contiene un único género, *Nothofagus*, cuyos miembros son conocidos en su conjunto como hayas del sur, pues están emparentados con las hayas (*Fagus* spp.) del hemisferio norte.

Nudo: Segmento de la rama que se prolonga dentro del tronco y que en la madera aserrada aparece como una irregularidad, que puede producir efectos negativos sobre la estabilidad mecánica de la madera y su estética.

Plantación complementaria: Plantación que complementa la regeneración natural de un bosque nativo, considerada en las bonificaciones de la ley de bosque nativo chilena.

Platabanda: Espacio donde se realiza la siembra y el posterior cultivo inicial de plantas de raíz desnuda en vivero. Por lo general tiene un ancho de 1,0 a 1,2 metros y está separada con la siguiente por un pasillo de 0,5-0,6 metros.

Poda: Consiste en la corta o eliminación de ramas en la parte inferior del fuste, de acuerdo a la prescripción silvícola, con el objetivo de acelerar la obtención de madera de calidad a través de la producción de madera libre de nudos.

Posición social: Estrato que ocupan los árboles.

Predador: Ser que ataca y destruye animales o plantas para obtener alimento, tratándose

habitualmente de organismos más pequeños y más débiles que constituyen la presa.

Presa: Organismos consumidos por los predadores.

Procedencia: Raza geográfica que se genera en respuesta a las fuerzas evolutivas, como la selección natural, que varía en las diferentes partes del área de distribución natural de una especie.

Raleo: Tratamiento intermedio que consiste en extraer los árboles que compiten directamente con los árboles seleccionados de mayor calidad (los árboles futuro), por recursos del sitio como agua, luz y nutrientes, con el propósito de concentrar la producción potencial de madera en estos.

Regeneración (natural y artificial): Corresponde a la etapa juvenil de desarrollo del bosque, donde las plantas no pasan los 2 m de altura. La regeneración natural corresponde a la propagación por semillas y monte bajo, y la artificial a la plantación.

Rehabilitación: Recuperación de bosque degradado con la opción de incluir especies que no estaban presentes originalmente, lográndose la recuperación de biomasa, productividad y parte de la diversidad biológica, sin que necesariamente estén presentes todas las especies originales.

Relación altura-diámetro: Indicador de estabilidad mecánica de los árboles, que corresponde al cociente entre la altura expresada en metros y el diámetro expresado en cm ($H/D > 1,0$: muy inestable, $H/D: 0,8-1,0$: inestable, $H/D < 0,8$: estable, $H/D < 0,55$ árbol solitario).

Rodal: Bosquete con características específicas y estructuras, que se diferencia de su entorno y que hace recomendable aplicarle tratamientos silvícolas y manejo específico.

Raza geográfica: Procedencia.

Rotación forestal: Período de años que requiere un árbol para llegar a su edad de cosecha.

Receso vegetativo: Interrupción de las funciones básicas de nutrición y reproducción que se dan en muchas especies vegetales durante el período frío del año (invierno).

Reñoñación: Generación de vástagos desde el tocón.

Silvicultura: Cultivo de los bosques o aplicación de las técnicas a las masas forestales para obtener de ellas una producción continua de bienes y servicios demandados por la sociedad.

Simpodismo: Ocurre cuando la dominancia apical se transfiere a un meristema lateral. Los árboles pierden así el crecimiento derecho.

Sotobosque: Es la parte del bosque ubicada por debajo del dosel vegetal principal formado por las especies arbóreas. Está formado por árboles jóvenes, arbustos e hierbas.

Subsolado: Consiste en soltar el suelo bajo la profundidad normal de cultivo, usando un arado o subsolador de uno o más brazos rígidos, con el objetivo de romper capas de suelos compactadas. Se llega a 30-60 cm de profundidad.

Sucesión: O sucesión natural es la evolución que se produce de manera natural en un ecosistema por su propia dinámica interna. El término alude a que su aspecto esencial es la sustitución en un ecosistema de unas especies por otras.

Sustentabilidad: Consiste en que los bosques cumplan con rendimiento (productividad) sostenido, protejan el medio ambiente, aporten con belleza escénica y cumplan integralmente con un rol social continuo.

Tala rasa: Consiste en la corta de todos los árboles del rodal en una oportunidad (se clasifican en: gigante: > 50 ha, grandes: > 5 ha, normales \geq 1 ha).

Tipo forestal: Ordenación de especies forestales por grupos en función de la dominancia de algunas especies o atributos de las especies componentes.

Tolerancia: Capacidad de las especies arbóreas para soportar sombra.

Tocón: Parte del tronco que queda unida a la raíz después de la tala del árbol.

Troza: Pieza obtenida por cortes transversales del tronco de longitud y diámetro variable.

Vástago: Renuevo que brota de tocón.

Vitalidad: Actividad o eficacia de las funciones vitales del árbol; energía, vigor.

ANEXO 9.2: ESPECIES FORESTALES Y ARBUSTIVAS INDICADAS EN EL TEXTO ²

ÁRBOLES Y ARBUSTOS NATIVOS

(Los tipos forestales para las especies forestales nativas, su ubicación geográfica y administrativa, las condiciones climáticas, las especies que lo integran y sus características de suelos se entregan en el anexo 9.4)

Algarrobo: *Prosopis chilensis*

Araucaria: *Araucaria araucana*

Arrayán: *Luma apiculata*

Avellanillo o Piñol: *Lomatia dentata*

Avellano: *Gevuina avellana*

Belloto: *Beilschmiedia miersii*

Boldo: *Peumus boldus*

Canelo: *Drimys winterii*

Ciprés de las Guaitecas: *Pilgerodendron uvifera*

Ciprés de la Cordillera: *Austrocedrus chilensis*

Coigüe: *Nothofagus dombeyi*

Coigüe de Chiloe: *Nothofagus nitida*

Coigüe de Magallanes: *Nothofagus betuloides*

Coligüe: *Chusquea culeu*

Espino: *Acacia caven*

Fuinque: *Lomatia ferruginia*

Guayacán: *Porlieria chilensis*

Hualo: *Nothofagus glauca*

Laurel: *Laurelia sempervirens*

Lenga: *Nothofagus pumilio*

Lingue: *Persea lingue*

Litre: *Lithraea caustica*

Luma: *Amomyrtus luma*

Maitén: *Maytenus boaria*

Maño (de hojas largas): *Podocarpus saligna*

Maño (de hojas punzantes): *Podocarpus nubigena*

Maño (de hojas cortas): *Saxegothaea conspicua*

Mirto: pertenece a las mirtáceas chilenas. Por ejemplo: *Luma apiculata* (arrayán), *Ugni molinae* (murta), *Amomyrtus luma* (luma), *Amomyrtus meli* (meli)

Ñirre: *Nothofagus anctartica*

Notro: *Embothrium coccineum*

Olivillo: *Aextoxicon punctatum*

Palma chilena: *Jubaea chilensis*

Patagua: *Crinodendron patagua*

Pellín: *Nothofagus obliqua*

Peumo: *Cryptocarya alba*

Pitao: *Pitavia punctata*

Queule: *Gomortega keule*

Quila: *Chusquea quila*

Quillay: *Quillaja saponaria*

Radal: *Lomatia hirsuta*

Rauli: *Nothofagus alpina*

Roble: *Nothofagus obliqua*

Talhuen: *Talguenea quinquinervia*

Tepa: *Laureliopsis philippiana* (antes: *Laurelia philippiana*)

² Fuente: Hoffmann, A. (1982): Flora silvestre de Chile – zona austral. Ediciones Fundación Claudio Gay. 258p.

Tiaca: *Caldcluvia paniculata*
Tineo: *Weinmania trichosperma*
Trevo: *Dasyphyllum diacantoides*
Ulmo: *Eucryphia cordifolia*

ÁRBOLES EXÓTICOS

Álamo: *Populus nigra* (existen además muchas variedades de *Populus*)

Aromo australiano: *Acacia melanoxylon*

Aromo del país: *Acacia dealbata*

Cerezo: *Prunus avium*

Lárice: *Larix decidua*

Encino: *Quercus robur*

Haya: *Fagus sylvatica*

Olmo: *Ulmus americana*

Pino oregón: *Pseudotsuga menziesii*

Pino ponderosa: *Pinus ponderosa*

Picea: *Picea abies*

Pino radiata: *Pinus radiata*

Sauce: *Salix babylonica*

ANEXO 9.3: SIGLAS

BIRF: Banco internacional de reconstrucción y fomento, se fundó en 1944 y fue la primera institución del Grupo del Banco Mundial. Posee una estructura similar a la de una cooperativa, es decir, es propiedad de sus 186 países miembros, que lo administran en beneficio propio. www.bancomundial.org

CONAF: Corporación nacional forestal (servicio forestal de Chile). www.conaf.cl

CONAMA: Corporación nacional del medio ambiente. www.conama.cl

CORA: Corporación de reforma agraria (organización del estado de Chile que funcionó durante la ejecución de la reforma agraria)

CORFO: Corporación de fomento de la producción. www.corfo.cl

ENAMI: Empresa nacional de minería. www.enami.cl

ENAP: Empresa nacional del petróleo. www.enap.cl

ENDESA: Empresa nacional de electricidad sociedad anónima. www.endesa.cl

ENTEL: Empresa nacional de telecomunicaciones sociedad anónima. www.entel.cl

FACH: Fuerza aérea de Chile. www.fach.cl

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. www.fao.org

INFOR: Instituto Forestal. www.infor.cl

IUFRO: Unión internacional de organizaciones de investigación forestal. www.iufro.org

LADECO: Línea aérea del cobre. Ladeco S.A.: línea aérea chilena fundada en 1958 y vendida en su totalidad a Lan Chile en el año 1994.

NAFTA: Tratado de libre comercio de América del Norte.

LAN: Lan Airlines. Línea aérea chilena. www.lan.com

MERCOSUR: Mercado común del sur; es una unión aduanera integrada por Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Los estados asociados a esta unión son: Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. www.mercosur.int

OIMT: Organización internacional de las maderas tropicales. www.itto.int/es/

PIB: Producto interno bruto

PK: Protocolo de Kyoto: es un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases provocadores del calentamiento global.

PNUMA: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. www.pnuma.org

PSA: Pago por servicios ambientales. El pago por servicios ambientales es un mecanismo de compensación económica a través del cual los beneficiarios o usuarios del servicio hacen un pago a los proveedores o custodios del servicio.

SAG: Servicio Agrícola y Ganadero. www.sag.cl

TVN: Televisión Nacional de Chile. www.tvn.cl

UE: Unión Europea de 27 estados, en parte supranacional y en parte supragubernamental con especiales regulaciones políticas entre sus miembros.

UN: Naciones Unidas. www.un.org

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. www.unesco.org

ANEXO 9.4: Tipos Forestales del bosque nativo chileno (modificado de Donoso, 1981)¹

TIPO FORESTAL	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	UBICACIÓN ADMINISTRATIVA (REGION)	PRECIPITACIÓN ANUAL Y TEMPERATURAS MEDIAS EXTREMAS	PRINCIPALES ESPECIES FORESTALES	SUELOS
Esclerófilo	Co. de la Costa (30°s-36°30's) Llano central (30°50's-37°50's) Co. de los Andes (32°s-38°s).	De Coquimbo De Valparaíso Metropolitana Del L. B. O'Higgins Del Maule Del Bío-Bío	200-1.000mm 0°C a 20-25°C.	Espino, quillay, maitén, litre, peumo, boldo, lingue, olivillo, belloto, patagua, arrayán.	Textura franco arenosa a franco arcillosa (pH: 6,0-7,3): En la exposición sur existe mayor profundidad y desarrollo. No hay grandes deficiencias de nutrientes.
Palma chilena	Petorca (32°s) a Sur de Colchagua (34° 30's).	De Valparaíso Del L. B. O'Higgins	Como el clima mediterráneo (cierta similitud con la situación del bosque esclerófilo).	Palma chilena, litre, peumo, quillay, espino, boldo, maitén, patagua, canelo.	Buen drenaje, texturas arenosas a franco arenosas (pH: 5,5-7,0).
Roble - Hualo	Cerro La Campana (32° 50's) a Río Itata (36° 30's).	De Valparaíso Metropolitana Del L. B. O'Higgins Del Maule Del Bío-Bío	500-2.000mm. Las medias mínimas bordean los 0°C.	Roble, peumo, quillay, litre, hualo, lingue, radial, avellano, boldo, litre, rauli, canelo, olivillo, mañío, queule, pitao.	Poco profundo (50-60cm), Textura franca y con grava a baja profundidad (pH: 4,8-5,7). Trumaos en el sector andino de textura franco arenosa arcillosa.
Ciprés de la Cordillera	En la Cordillera de los Andes desde los 34° 45' hasta los 38° s y entre los 42° y 44° s.	Del L. B. O'Higgins Del Maule Del Bío-Bío De la Araucanía De los Ríos De los Lagos De Aysen	Crece en situaciones extremas de Cordillera.	Ciprés, roble, hualo y limita en general con especies como quillay, boldo, litre, peumo, olivillo etc.	Suelos rocosos y pedregosos, riscos y en lavas o material volcánico poco intemperizado. Poco profundos (50-80cm). Textura arcillosa en profundidad, franca en superficie. (pH: 4,3-5,2). En la zona austral: trumao.

1 Donoso, C. (1981): Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Investigación y Desarrollo Forestal. CONAF/PNUD/FAO. FO: DP/CHI/76/003, Documento de trabajo N° 38.

Roble – Rauli – Coigüe	Desde río Ñuble – Itata (36° 10' s) al paralelo 40° 30' s en Cordillera de la Costa y los Andes.	Del Maule Del Bío-Bío De la Araucanía De los Ríos De los Lagos	1.500 – 3.000mm. Temperatura media del mes más frío 0° – 10° C y mes más cálido 16° – 20° C.	Bosque de segundo crecimiento de roble, rauli y coigüe. Se agregan en la formación original: olivillo, avellano, arrayán, tineo, trevo, mañío, tepa, laurel, radal, luma, fuinque, piñol, etc.	Generalmente trumaos o suelos formados sobre escoria volcánica. Profundos, buen drenaje. (pH) ácido a moderadamente ácido. Ocasionalmente deslizamientos y ñadis de mal drenaje.
Lenga	Desde el paralelo 36°50' s al 56°s. Principalmente en la Cordillera de los Andes y en algunos sectores en la Cordillera de la Costa.	Del Maule Del Bío-Bío De la Araucanía De los Ríos De los Lagos De Aysén De Magallanes	500-5.600mm. Gran parte en forma de nieve.	Lenga, araucaria, coigüe y roble.	Capa de cenizas volcánicas o materia gruesa de arena de escoria y gravas. Trumaos poco a muy profundos con pH ligeramente ácido o neutro. También en suelos pardos podsólicos con texturas francas a franco arenosas o gravosas (pH 4,5-6,0).
Araucaria	En Cordillera de los Andes entre los 37°27' s y los 40°48' s. Entre los 37°40' y los 37°50' (en un sector en los 38°40' s.).	Del Bío-Bío De la Araucanía De los Ríos De los Lagos	1.600 – 4.500mm. Temperaturas medias varían de 10°C a 15° C.	Araucaria, coigüe, roble, lenga, ñire y canelo.	Texturas limosas a arcillosas con pH de 4,4 -5,2 en la superficie y franco limoso con pH 4,7-6,0.
Coigüe – Rauli – Tepa	En Cordillera de los Andes entre los 37° y 40°30' s y en Cordillera de la Costa entre los 38° y 40°30' s.	Del Bío-Bío De la Araucanía De los Ríos De los Lagos	Temperatura algo más baja que en el tipo Roble-Rauli-Coigüe y precipitaciones similares, pero la mayor cantidad como nieve.	En muchas áreas este tipo se ha transformado en tipo Roble-Rauli-Coigüe. Se agregan tepa, tineo, olivillo, mañío, lenga y ulmo.	Trumaos generalmente profundos con abundante materia orgánica. Textura franco limosa a limo arenosa con buen drenaje (pH 4,5-7,0).

Siempre-verde	En la Cordillera de los Andes entre los 40°30' s y 47°s. En la Cordillera de la Costa entre los 38°30' s a los 47°s y en el Llano Central a partir de los 40°s.	De la Araucanía De los Ríos De los Lagos De Aysén	2.000 – 5.000mm. Temperaturas medias máximas en verano (15°C en el norte y 11°C en el sur).	Tepa, luma, canelo, tineo, tiaca, coigüe, ulmo, mañío, trevo, lingue, laurel, avellano, olivillo, canelo, notro.	Suelos formados a partir de roca metamórfica, depósitos glaciales y fluvio-glaciales. En la Cordillera de la Costa: suelos delgados, ligeramente podsólicos (pH 3,8-5,0). En la Cordillera de los Andes: trumaos profundos con textura franca (pH: 5,3-6,9).
Alerce	En la Cordillera de los Andes desde los 40°s a 43°30' s y en la Cordillera de la Costa desde los 39°50' a los 41°15' s.	De los Ríos De los Lagos	Más de 4.000mm. En invierno la precipitación cae en forma de nieve sobre los 700m. s.n.m.	Alerce, coigüe, canelo, tineo, ciprés de las Guaitecas, arrayán, fuinque, ñirre, mañío, tepa.	En la Cordillera de la Costa los suelos están formados sobre micaesquistos delgados, con podsolización (pH: 4,0-5,0). En la Cordillera de los Andes se encuentran depósitos delgados de ceniza volcánica (pH: 3,7-4,1) con podsolización y mal drenaje. En el Llano Central: suelo húmedo sobre Hard Pan.
Ciprés de las Guaitecas	Entre los 40°s y 54°s. En mallines al norte de Chiloé, en la Cordillera de los Andes y de la Costa. Al sur en áreas bajas y en la zona de los canales.	De los Lagos De Aysén De Magallanes	Las temperaturas mínimas rara vez bajan de 0°C y las oscilaciones son de aproximadamente 4°C. Las precipitaciones van de 2.500 a 7.500mm.	Ciprés de la Guaitecas, coigüe de Chiloé, mañío, coigüe de Magallanes, canelo, tineo y ñirre.	Sectores planos de mal drenaje y pantanosos (pantanos y mallines con pH 3,7-4,5). Capa superficial delgada orgánica que yace ocasionalmente sobre horizontes de Hard-Pan.
Coigüe de Magallanes	Entre los 47°s hasta los 55°30' s y ocasionalmente en la Cordillera de los Andes desde los 40°30' s. Normal en la zona costera, islas y archipiélagos.	De los Lagos De Aysén De Magallanes	Normalmente niveles de precipitación hasta 7.500mm. Clima parecido al del tipo forestal Ciprés de las Guaitecas. Nieve en invierno.	Coigüe de Magallanes, lenga, coigüe común, tineo, mañío y notro.	Suelos delgados, cenizas volcánicas (pH 4,2-4,4) turbosos y a veces con cierta podsolización.

ANEXO 9.5: ETAPAS DE DESARROLLO DEL BOSQUE Y SUS TRATAMIENTOS ¹

		ESTRUCTURA							
		REGENERACIÓN	BRINZAL	LATIZAL	FUSTAL DELGADO	FUSTAL MEDIO	FUSTAL GRUESO	ADULTO	SOBREMADURO
DAP (cm)	-	<5	5 - 20	20 - 35	35 - 55	-	-	-	-
H (m)	<2	>2	<20	-	-	-	-	-	-
INTERVENCIÓN	Corta de Liberación	Corta de Liberación	Corta de Liberación	Corta de Liberación	Corta de Liberación	Corta de Liberación	Corta de Liberación	Corta de Liberación	Corta de Liberación
	Corta de limpieza	Corta de limpieza	Corta de limpieza	Corta sanitaria	Corta sanitaria	Corta sanitaria	Corta sanitaria	Corta sanitaria	Corta sanitaria
		Clareo	Corta sanitaria	Corta de recuperación (1)	Corta de recuperación (1)	Corta de recuperación (1)	Corta de recuperación (1)	Corta de recuperación (1)	Corta de recuperación (1)
		Poda	Corta de recuperación (1)	Corta de Mejaramiento (1)	Corta de Mejaramiento (1)	Corta de Mejaramiento (1)	Corta de Mejaramiento (1)	Corta de Mejaramiento (1)	Corta de Mejaramiento (1)
			Corta de Mejaramiento (1)	Raleo	Cosecha y Regeneración (2)	Cosecha y Regeneración (2)	Cosecha y Regeneración (2)	Cosecha y Regeneración (2)	Cosecha y Regeneración (2)
			Raleo	Poda					
		Poda							

(1) De escasa aplicación.

(2) Natural o artificial (plantación o enriquecimiento).

Nota: A partir de la estructura Fustal en adelante es común encontrar una superposición generacional con regeneración y/o Brinzal y/o Latizal.

Nota: Otras nomenclaturas definen a bosques entre 1 -8 m de altura como monte bravo (bajo 1-3 y alto 3-8 m de altura), indicando para éstos las intervenciones: cortas de limpieza, clareo, poda y cortas de liberación. Como brinzal se consideran situaciones menores a 1 m de altura, indicando para éstas cortas de liberación.

¹ Grosse, H., Larrain, O., Sotomayor, A. (2007): Guía para el manejo de los bosques dominados por especies del género *Nothofagus*. Registro de propiedad intelectual N° 166626. ISBN: 978-956-318-000-8. INFOR. 57 p.

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN
FUCOA
FUNDACIÓN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y CULTURA DEL AGRO

SILVICULTURA DEL BOSQUE NATIVO CHILENO