

C.1
I N F O R M E

TECNICO

CONCEPCION - ABRIL 1991

Nº 126

SILVICULTURA



LOS BOSQUES DE LENGA

UNA ORIENTACION PARA
SU USO Y MANEJO
(Recopilación Bibliográfica)

Ander Uriarte G. de C.
Hans Grosse W.



instituto forestal
FILIAL CORFO

Devolución PIB - Gustavo Sutil
11/02/02



INFORME TECNICO 126

LOS BOSQUES DE LENGUA
Nothofagus pumilio (Poepp. et Endl. Krasser)

Una orientación para su uso y manejo; recopilación bibliográfica

Ander Uriarte G. de C.
Hans Grosse W.

CONCEPCION, CHILE
MARZO DE 1991
AF 91/03

PROPIEDAD INTELECTUAL: REGISTRO N° 78.806 /

Se autoriza la reproducción
de la información contenida
en este documento, siempre
y cuando se cite como fuente
a CORFO - INFOR.

PROLOGO

El presente documento fue elaborado dentro del marco de trabajo del proyecto "Investigación para el Manejo Silvícola de los Diferentes Tipos del Bosque Nativo", que desarrolla la División Silvicultura del Instituto Forestal, filial de la Corporación de Fomento de la Producción.

La gestión del proyecto ha sido posible gracias al financiamiento proporcionado por la Gerencia de Desarrollo de la Corporación de Fomento de Producción, a través de su Sub Gerencia de Institutos.

RESUMEN

En el presente documento se entregan antecedentes generales que orientan sobre la especie lenga (**Nothofagus pumilio**), en base a una recopilación bibliográfica.

Se caracteriza la especie según su distribución y superficie ocupada, las características ambientales en que se desenvuelve y la composición y estructura de sus bosques. Para el manejo de la lenga, se describe la dinámica de desarrollo de sus bosques y los tratamientos silviculturales recomendables de aplicar, entregando antecedentes sobre el crecimiento y antecedentes dasométricos de la especie.

Acerca de la utilización de la lenga, se caracteriza la madera y se describen sus distintos usos y mercados.

INDICE GENERAL

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. CARACTERIZACION DEL TIPO FORESTAL LENGA	3
2.1 Distribución y superficies ocupada por bosques de lenga	3
2.2 Características ambientales y ecológicas	5
2.2.1 Clima	5
2.2.2 Suelos	7
2.2.3 Relaciones del bosque con el ambiente	7
2.3 Composición y estructura de los bosques de lenga	8
2.3.1 Bosque puro de lenga	9
2.3.2 Bosque de lenga - coigüe	10
3. MANEJO SILVICULTURAL DE LA LENGA	12
3.1 Dinámica de los bosques	12
3.2 La regeneración	14
3.2.1 Fenología y producción de semillas	14
3.2.2 Condiciones para la regeneración natural	16
3.2.3 Antecedentes sobre tratamientos de germinación	18
3.2.4 Antecedentes sobre la viverización y plantación de lenga	19
3.3 Valores dasométricos	20
3.4 Estimaciones de volumen de lenga	23
3.5 Tratamientos silviculturales	29
3.5.1 Estructura de manejo	29
3.5.2 Métodos de regeneración	30
3.5.3 Cortas intermedias	39
3.5.4 Conclusiones acerca de los tratamientos silviculturales	46
3.6 Crecimiento	47

4.	UTILIZACION DE LA LENGUA	56
4.1	Características de la madera.....	56
4.2	Tratamientos a la madera	57
4.3	Usos de la madera	58
4.4	Producción	58
4.5	Exportaciones	60
4.6	Precios.....	62
4.7	Conclusiones acerca de la utilización de la lenga	63
5.	BIBLIOGRAFIA	65
ANEXO 1:	Composición florística en bosques de lenga	71
ANEXO 2:	Tablas de Volumen	72
ANEXO 2.1:	Tablas de Volumen Chipalco, Lonquimay (IX Región)	72
ANEXO 2.2:	Tablas de Volumen Alto Mañihuales (XI Región)	75
ANEXO 2.3:	Tablas de Volumen Coyhaique (XI Región)	78
ANEXO 2.4:	Tablas de Volumen Monte Alto y Skyring (XII Región)	79
ANEXO 3:	Tablas de Crecimiento	83
ANEXO 3.1:	Tablas de Crecimiento Lonquimay	83
ANEXO 3.2:	Tablas de Crecimiento Alto Mañihuales	84

ANEXO 3.3:	Tablas de Crecimiento	
	Río Norte	86
ANEXO 3.4:	Tablas de Crecimiento	
	Skyring	91

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1:	Superficie ocupada por el tipo foresta lenga, por región y total.....	5
CUADRO 2:	Características climáticas de la zona de distribución de la lenga.....	6
CUADRO 3:	Densidad, volumen y porcentaje de pudrición en función de la edad, en un bosque de lenga de Magallanes	13
CUADRO 4:	Producción de semillas de lenga (millones/ha), en dos localidades de la XI Región	15
CUADRO 5:	Número de plantas de lenga, por clases de altura, para las localidades de Skyring y Monte Alto, XII Región	17
CUADRO 6:	Capacidad germinativa y energía germinativa de semillas de lenga, en función de diferentes tratamientos	18
CUADRO 7:	Valores promedio de las variables dasométricas de rodales de lenga, en diferentes localidades desde Chilpalco (IX Región) hasta Tierra del Fuego (XII Región)	21
CUADRO 8:	Diferentes variables de estado del rodal por fase de desarrollo. Alto Palena, X Región	22
CUADRO 9:	Valores de diferentes variables de estado del rodal por fase de desarrollo. Monte Alto, XII Región	23
CUADRO 10:	Valores de diferentes variables de estado del rodal por fase de desarrollo. Skyring, XII Región	23
CUADRO 11:	Funciones de estimación del porcentaje de defecto sobre el volumen de trozas de lenga de 3,6 m de largo. Chilpaco, Lonquimay	24
CUADRO 12:	Funciones de volumen cúbico y aserrable para lenga, en Alto Mañihuales, XI Región	25
CUADRO 13:	Funciones de volumen cúbico por troza de 3,6 m de largo, para lenga en Alto Mañihuales, XI Región	25

CUADRO 14:	Funciones de volumen cúbico (m ³) por troza de 3,6 m de largo, para lenga en Coyhaique, XI Región.....	26
CUADRO 15:	Funciones de volumen bruto y aprovechable para lenga en Monte Alto y Skyring (XII Región)	26
CUADRO 16:	Funciones de volumen aserrable por trozas de 3,6 m de largo, para lenga en Monte Alto y Skyring, XII Región	27
CUADRO 17:	Funciones de estimación del volumen por hectárea en la Cordillera Sierra Chilena, XII Región	28
CUADRO 18:	Incremento en área basal y volumen, según criterio de intervención para un período de 10 años (Núñez 1981) Cerro La Virgen, Coyhaique (XI Región)	34
CUADRO 19:	Existencias antes, después y a 40 años de la intervención, según tratamientos silvícola y fase de desarrollo para el predio "Monte Alto"	36
CUADRO 20:	Criterios de manejo silvícola en bosques de lenga	37
CUADRO 21:	Incremento promedio del rodal en diámetro y altura de acuerdo a diferentes densidades, reserva forestal Coyhaique, XI Región	40
CUADRO 22:	Crecimiento de diferentes variables de estado de lenga y coigüe en función del área basal. Reserva forestal Coyhaique, XI Región	41
CUADRO 23:	Crecimiento anual medio diametral en renovales de lenga con y sin raleo en la reserva forestal Magallanes, XII Región	42
CUADRO 24:	Existencia antes y después de la intervención y proyección de volumen a 40 años según fase	43
CUADRO 25:	Productividad media del bosque sometido a diferentes tratamientos. Alto Mañihuales, XI Región	45
CUADRO 26:	Funciones de crecimiento en altura, diámetro y volumen para lenga en Lonquimay, IX Región	48
CUADRO 27:	Funciones de crecimiento para diámetro, área basal, altura y volumen para lengas de Alto Mañihuales, XI Región	49
CUADRO 28:	Valores alcanzados por las diferentes variables del árbol a la edad de 140 años y valores máximos de crecimiento anual medio (CAM) y	

	crecimiento anual periódico (CAP) con su edad correspondiente. Alto Mañihuales, XI Región	49
CUADRO 29:	Funciones de crecimiento para diferentes variables del árbol. Sector Río Negro, XI Región	50
CUADRO 30:	Valores alcanzados por diferentes variables de estado del árbol a la edad de 140 años. Río Norte, XI Región	50
CUADRO 31:	Funciones de crecimiento para diferentes variables del árbol de lenga. Mano Negra, XI Región	51
CUADRO 32:	Valores alcanzados por las diferentes variables de estado del árbol a la edad de 220 años. Mano Negra, XI Región	51
CUADRO 33:	Funciones de crecimiento para diferentes variables del árbol. Lago Largo, XI Región	52
CUADRO 34:	Valores alcanzados por las distintas variables de estado del árbol a la edad de 140 años. Lago Largo, XI Región	52
CUADRO 35:	Funciones de crecimiento, altura y volumen para lenga en Skyring, XII Región	53
CUADRO 36:	Incremento en área basal y volumen por hectárea en bosques de lenga en Skyring, XII Región	54
CUADRO 37:	Valores de altura y diámetro con sus respectivos crecimientos anuales periódicos (CAP) y medio (CAM) a los 30 años, para renovales de lenga bajo diferentes grados de cobertura. Monte Alto, XII Región	55
CUADRO 38:	Crecimientos volumétricos de bosques de lenga argentinos en diferentes localidades	55
CUADRO 39:	Propiedades de la lenga comparadas con las de raulí y pinus radiata , seco al aire (12% de contenido de humedad; según Pérez et al; 1975)	57
CUADRO 40:	Producción de madera aserrada de lenga por región	60
CUADRO 41:	Evolución del volumen de madera aserrada de lenga exportada en la XII Región	61
CUADRO 42:	Variación del precio nominal de la madera aserrada de lenga por calidad	63

1. INTRODUCCION

El tipo forestal lenga (**Nothofagus pumilio**) (Poepp. et Endl. Krasser) está definido como aquel en que la especie se encuentra en forma pura o asociada con otras especies, representado, a lo menos por un 50% de los individuos por hectárea (Decreto Supremo N° 259, artículo 19, letra G, citado en Garrido, 1983).

Estos bosques constituyen prácticamente la única fuente de actividad forestal de las regiones más australes del país. Ahí es donde se encuentra la mayor superficie de bosques de lenga de características comerciales. Fórmulas irracionales de explotación y un mal uso de la tierra han empobrecido los bosques de lenga en forma cualitativa y cuantitativa.

En la XI Región, los bosques de lenga fueron quemados en grandes extensiones, lo que implicó pérdidas de su valor comercial y una fuerte degradación del suelo, con el consecuente efecto erosivo (Alvarez y Grosse, 1978). De hecho, en esta región, aproximadamente 3 millones de hectáreas fueron presas del fuego en los últimos 60 años (Schlegel, 1979) y existen, en la actualidad, más de 1.400.000 ha de terrenos de aptitud forestal en estado de erosión avanzada (Iren, 1979).

En la XII Región, no existe una cifra clara de la superficie afectada por el fuego. Se realizaron explotaciones a tala rasa, quedando extensas áreas desprovistas de vegetación, causando un daño irreversible al ecosistema (Conaf, 1983).

Las explotaciones madereras en la XII Región, son más bien recientes y de baja intensidad. La práctica común es la corta selectiva que es una forma de explotación mediante la cual se extraen sólo los árboles de mayor valor comercial. En consecuencia quedan bosques de densidad incompleta, por la alteración de la estructura natural de los rodales (Schmidt, 1981; Schmidt y Urzúa, 1982).

La regeneración natural de estos bosques es vigorosa. Los árboles que quedan en pie después de la explotación son en su mayoría árboles con bajo valor comercial. Si éstos se consideran como productores de semillas, los bosques del futuro, pueden ser de menor calidad que los bosques originales.

Los bosques nativos en general, y el bosque de lenga en particular, tendrían un potencial productivo muy superior al actual, si se manejaran racionalmente (Schmidt y Urzúa, 1982). Pese a su deterioro, el tipo forestal lenga aún sigue siendo el recurso forestal más importante en la economía de la XI Región (Alvarez y Grosse, 1978). Esto también ocurre en la XII Región. Según Schmidt, 1981, ofrece las mejores condiciones de conservación y las perspectivas más probables para ser transformado en un bosque manejado de producción. Es calificado como el bosque nativo más simple para su transformación en una unidad manejada, lo que lo hace especialmente atractivo.

Para poder iniciar el manejo de estos bosques es necesario conocer y comprender una serie de aspectos relativos a la composición, estructura y dinámica regenerativa de la especie. Esto incentivó a algunos investigadores a realizar estudios desde Alto Palena hasta Magallanes, donde se encuentran los bosques de mayor valor comercial.

El presente documento constituye una recopilación de antecedentes bibliográficos sobre la lenga y su tipo forestal. El objetivo es el de entregar información de acuerdo a tres tópicos fundamentales: caracterización ambiental y ecológica de los bosques, antecedentes silviculturales para el manejo y aspectos tecnológicos y económicos de la especie. Con esto se pretende entregar los antecedentes básicos para el manejo y la utilización y detectar aquellas áreas donde la información existente aún es escasa o inexistente, con el fin de orientar futuras investigaciones.

2. CARACTERIZACION DEL TIPO FORESTAL LENGA

2.1 Distribución y superficies ocupadas por bosques de lenga

La lenga es la especie de más amplio rango de distribución en la Patagonia, abarcando una amplitud de aproximadamente 2.000 Km de norte a sur.

Si bien el límite norte de distribución de la especie corresponde a la provincia de Talca (Muñoz, 1980), se distribuye como tipo forestal desde el paralelo 36°56' S (Ñuble) hasta el 56°S (Cabo de Hornos). Se le encuentra, en la Cordillera de los Andes, hasta el paralelo 45° S (Aysén), formando el límite altitudinal de la vegetación arbórea, en un cordón entre los 1.000 m.s.n.m. y los 1.600 m.s.n.m., limitando con otros tipos forestales como Roble - Raulí - Coigüe, Araucaria, Coigüe - Raulí - Tepa o Siempreverde, dependiendo de la latitud (Kalela, 1941a, Yudelevich et al., 1967; Donoso, 1981).

Este límite altitudinal de la distribución de lenga desciende en climas más fríos en las zonas más australes. Así es como en Tierra del Fuego, se ubica entre los 400 - 500 m.s.n.m. y a nivel del mar (Kalela, 1941a; Donoso, 1981) (Figura 1).

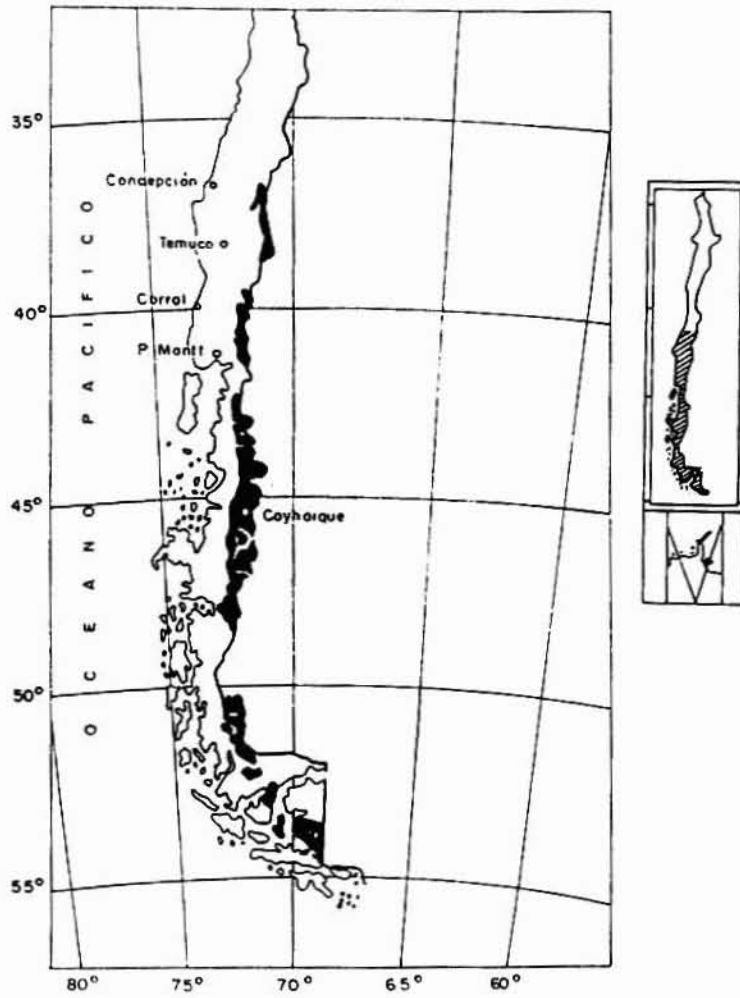


Figura 1: Distribución del tipo forestal Lenga.
(Fuente: DONOSO, 1981).

Un 85% de la superficie ocupada por el tipo forestal lenga se distribuye en la XI y XII región. Al norte de éstas su participación disminuye considerablemente (Cuadro 1).

Región	Superficie (ha)
VIII ⁽¹⁾	10.000
IX ⁽¹⁾	26.950
X ⁽¹⁾	210.728
XI ⁽²⁾	775.520
XII ⁽³⁾	596.770
Total	1.619.968

Cuadro 1: Superficie ocupada por el tipo forestal lenga, por región y total.
(Fuente: Schmidt y Lara¹(1985), Iren²(1979), Conaf³(1983)).

2.2 Características ambientales y ecológicas

2.2.1 Clima

Los bosques de lenga se encuentran en climas fríos y húmedos y generalmente en sectores expuestos a fuertes vientos (Kalela, 1941).

Para representar las condiciones climáticas en que se desarrolla el tipo forestal lenga, se entrega información básica para 10 estaciones meteorológicas en su área de distribución (Cuadro 2). Según éstas las precipitaciones anuales fluctuarían entre aproximadamente 200 mm y 2.000 mm y las temperaturas medias entre 6 y 12°C.

Localidad	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m.)	Temperatura media (°C)			H.R. (%)	PPT. (mm)
				Max.	Total	Min.		
Lonquimay	38°26'	71°15'	900	16,4	8,6	0,9	75	1945
Futaleufú	43°12'	71°52'	330	-	10,1	-	-	2150
Río Cisnes	44°45'	72°52'	700	12,4	7,6	0,5	72	702
Coyhaique	45°29'	71°33'	140	12,6	9,0	4,2	71	1164
Balmaceda	45°54'	71°43'	520	11,6	7,3	1,1	68	572
Chile Chico	46°36'	71°43'	382	15,4	11,3	5,1	58	191
Cerro Guido	50°55'	72°30'	815	12,0	7,7	0,9	61	275
Pto. Borces	51°42'	72°31'	22	12,2	6,8	3,8	70	304
Pta. Arenas	53°42'	70°54'	8	10,0	6,7	3,3	74	448
San Isidro	53°77'	70°54'	20	8,6	5,9	2,9	81	849

Cuadro 2: Características climáticas de la zona de distribución de la lenga.
(Fuente: Di Castri y Hajek, 1976).

De los mapas sinópticos entregados por Almeyda y Sáez (1958), se obtienen temperaturas medias anuales de 14°C en el extremo norte de la distribución del tipo, y de 6°C en el extremo sur. Las precipitaciones varían de 3.000 mm hasta 700 - 1.000 mm. Sin embargo, existen sectores de menor precipitación, del orden de 400 mm, que corresponden a los sectores ubicados en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes de las regiones XI y XII. La información climática entregada por ambos autores debe considerarse como complementaria. Sólo con una red de estaciones meteorológicas, en las áreas de distribución de la lenga, se podrán obtener registros absolutamente confiables. Por lo tanto las cifras entregadas deben considerarse como de orientación general.

También existen variaciones en la precipitación, disminuyendo de Oeste a Este, por efecto de la Cordillera. Estos antecedentes indican la capacidad de adaptación de la especie a diferentes condiciones climáticas.

Al norte de la XI Región, el tipo forestal lenga se desarrolla en el clima clasificado como templado cálido con menos de 4 meses secos y el clima de hielo debido a la altitud (Donoso, 1981b). Hacia el sur, principalmente, en la XI y XII región, crece bajo las condiciones del clima Trasandino con degeneración esteparia (Fuenzalida, 1965).

A lo largo de toda la distribución del tipo forestal, las precipitaciones se distribuyen en forma relativamente homogénea a través del año. La temperatura media es inferior a los 18°C, lo que según Pisano (1977) posibilita el desarrollo del bosque caducifolio.

Es común que gran parte de las precipitaciones caigan en forma de nieve, la que se mantiene por largo tiempo (Kalela, 1941; Veblen y Schlegel, 1982; Martínez, 1985; Gajardo, 1976; Alvarez y Grosse, 1978; Iren, 1979; Contreras et al., 1975). Esto se debe a la influencia de la altitud en la zona norte de la distribución y a la latitud en el extremo sur.

Otra condición climática que afecta a los bosques de lenga son fuertes vientos, los que se acentúan principalmente durante los meses de verano.

2.2.2 Suelos

En la parte septentrional de su distribución, los bosques de lenga se ubican en suelos de topografía con pendientes moderadas a fuertes por ubicarse en sectores cordilleranos. Están formados sobre rocas volcánicas andesíticas y basálticas (Veblen y Ashton, 1978, citado por Donoso, 1981). Sobre estos materiales se origina un suelo incipiente, formado por una capa delgada de cenizas volcánicas o material grueso de escoria y gravas y con un horizonte orgánico de aproximadamente 10 cm de espesor, con buenos drenajes (Peralta, 1975).

Hacia el sur, en la XI Región, los suelos se ubican en topografías de lomaje cordillerano y están formados por cenizas, escorias y arenas volcánicas sobre la roca fundamental. Forman zonas con típicos trumaos de texturas franco limosas o franco-arenosas y de pH ligeramente ácidas o neutros, con buen drenaje (Peralta, 1976; Alvarez y Grosse, 1978). No existe participación de la roca fundamental en la génesis del suelo, sirviendo sólo de soporte a las capas de cenizas volcánicas, lo que produce una discontinuidad litológica que los hace muy susceptibles a la erosión (Peralta, 1976).

En la región de Magallanes, los bosques de lenga se ubican en suelos con topografía ondulada que pertenecen al grupo de los suelos pardo-podzólicos (Díaz et al., 1960). Estos suelos son originados sobre material de arrastre de las glaciaciones. Son medianamente profundos a profundos, con escasa profundidad útil. Presentan texturas francas a franco-arenosas o gravosas, relativamente densas, con pH ligero a fuertemente ácidos (Díaz et al., 1960; Contreras et al., 1975; Peralta y Oyanedel, 1981).

2.2.3 Relaciones del bosque con el ambiente

La lenga es un árbol considerado de poca tolerancia, exigente en luz (Bernath, 1939; Donoso, 1979a; Mutarelli y Orfila, 1971). También puede comportarse como semi-tolerante, especialmente en bosques de araucaria, creciendo bajo el dosel de éstas con sombra ligera (Donoso, 1978).

La regeneración de lenga normalmente es abundante, sin embargo, la distribución y las posibilidades de desarrollo de las plantas dependerá, en gran medida, de la cantidad de luz

que llega al piso (Schmidt y Urzúa, 1982).

Por otro lado, existe un factor importante en relación al desarrollo de los bosques. Debido a que el tipo forestal lenga se desarrolla en zonas con fuertes vientos, los rodales jóvenes tienen buen crecimiento mientras crecen bajo rodales más antiguos o en sectores donde la topografía ofrece protección contra el viento. Apenas los individuos sobresalen del dosel de protección, el efecto del viento disminuye rápidamente su crecimiento, por lo que, en general, los rodales jóvenes no serán más altos que el dosel de protección (Kalela, 1941a).

En sectores totalmente descubiertos y sin protección, la regeneración de lenga no se produce. Esto estaría dado por los requerimientos de humedad, que no se satisfacen por el efecto secante del viento (Kalela, 1941a). También es atribuible a la erosión eólica que hace perder la capacidad del suelo como cama de semillas (Contreras et al., 1975).

Los bosques en la zona norte de su distribución, se presentan con un dosel abierto, con fustes torcidos y con gruesas ramificaciones a baja altura. Esto se debe al efecto combinado de la pendiente, el viento y la nieve (Kalela, 1941b).

Hacia el sur, donde los bosques se encuentran en terrenos planos, los árboles son de mejores formas (Kalela op. cit.). También en éstos es posible encontrar algún tipo de daño mecánico, como torceduras y roturas de ramas y fustes concentrándose especialmente en renoales muy densos (Uriarte, 1987).

La cubierta de nieve puede otorgar algún tipo de protección a la vegetación contra las heladas, que se producen durante los meses invernales (Donoso, 1978b).

2.3 Composición y estructura de los bosques de lenga

A lo largo de su distribución, la lenga se asocia con otras especies. Al ocurrir esto con araucaria (**Araucaria araucana**), los bosques dejan de pertenecer al tipo forestal lenga. También ocurre esto cuando se asocia con otras especies del género **Nothofagus**, si su proporción es menor al 50% de individuos (Donoso, 1981).

La mayor parte de los lugares donde crece la lenga corresponden a bosques puros. Las situaciones donde la lenga se mezcla con otras especies, especialmente del género **Nothofagus**, corresponden a bosques de transición entre el bosque puro y el tipo forestal con el que limita (Kalela, 1941b).

A raíz de estas diferencias de composición, que también conducen a diferencias estructurales, se reconocen los subtipos forestales:

- Bosque puro de lenga
- Bosque de lenga-coigüe

2.3.1 Bosque puro de lenga

Los bosques puros de lenga corresponden a bosques donde el estrato arbóreo está formado exclusivamente por lenga. Presentan un sotobosque abierto, con algunas especies que le son características como **Maytenus disticha**, **Berberis** spp. y algunas **Ericáceas**, además de varias especies herbáceas, como **Codonorquis lessonii**, **Senecio** spp. y **Viola** spp. entre otras. En general, estas especies son comunes para todos los bosques puros de la distribución.

La composición florística de este subtipo se entrega en el anexo 1.

Según Pisano (1977), estos bosques corresponden a la típica asociación **Nothofagus pumilio**, representando la asociación más característica y extensa de la provincia biótica del Bosque Magallánico Caducifolio.

Esta asociación se considera una comunidad clímax. El carácter decídúo de la lenga permite el paso de un alto porcentaje de radiación al suelo durante el período en que los árboles se encuentran desprovistos de follaje.

En esta época se produce un receso invernal absoluto.

Durante el período estival, el dosel superior es relativamente denso. Esto produce una disminución en los niveles de luminosidad y temperatura en los estratos inferiores durante el período de mayor crecimiento.

Si a todo esto se agrega la característica de poco desarrollo de los suelos, se explica por qué la composición florística de esta asociación, o subtipo, es relativamente pobre y que su sotobosque sea abierto.

Los bosques de este subtipo presentan una estructura de tipo multietánea, formada por una serie de bosquetes coetáneos de tamaño variable. Por esto es posible encontrar todos los tamaños y clases de edad en un área extensa (Kalela, 1941; Veblen et al., 1981; Schmidt, 1976; Alvarez y Grosse, 1978; Pesutic, 1978; Schmidt y Urzúa, 1982).

El desarrollo, densidad y distribución por clases de diámetro y altura son muy variables, lo que está condicionado por factores relativos al suelo y a climas locales (Pisano, 1977).

En las condiciones ecológicas más favorables, principalmente en los bosques ubicados en Magallanes entre los 400 y 500 m.s.n.m., el bosque está constituido por árboles pertenecientes a 3 ó 4 grupos de edad. Estos ocupan simultáneamente el dosel superior, existiendo un segundo estrato con regeneración por sectores.

En condiciones menos favorables y a mayores altitudes, la estructura de los rodales es más simple y está formada por bosquetes de 1 ó 2 estratos coetáneos (Schmidt y Urzúa, 1982).

2.3.2 Bosques de lenga - coigüe

Dentro de este subtipo se ubican bosques mixtos de dos clases:

- Bosque de lenga-coigüe (**Nothofagus dombeyi**):

Los bosques de lenga-coigüe se desarrollan en la Cordillera de los Andes, inmediatamente debajo de los bosques puros de lenga. Además se encuentran al norte y al sur de los bosques de araucaria-lenga, llegando hasta aproximadamente el paralelo 40°30'S.

A menor altitud, este tipo limita con el tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa o con el tipo Siempreverde. Cambia de clasificación al tipo forestal lenga, cuando más del 50% del número de árboles por hectárea corresponde a lenga (Donoso, 1981).

La composición florística de este subtipo es muy similar a la del subtipo puro, aunque, por tratarse de bosques de transición, es posible encontrar especies de los tipos forestales con los que limita. Esto le da una mayor diversidad específica, como es común en situaciones ecotonaes (Anexo 1).

El subtipo lenga-coigüe presenta una estructura de tipo multietáneo, caracterizado por la presencia de coigües de gran tamaño, y lengas, con la tendencia a encontrarse en manchas de tipo coetáneo (Veblen et al., 1981).

- Bosque de lenga-coigüe de Magallanes (**Nothofagus betuloides**)

Los bosques de lenga-coigüe de Magallanes se desarrollan al sur de los 40°30' y en Magallanes, más abajo que el subtipo lenga puro (Donoso, 1981).

Corresponde a una zona transicional entre el bosque Magallánico Caducifolio y el bosque Magallánico Perennifolio, y se le clasifica como bosque Magallánico Mixto o Asociación de **Nothofagus betuloides - Nothofagus pumilio** (Pisano, 1977).

También en este caso la composición florística es similar al bosque puro, agregando elementos del tipo Coigüe de Magallanes (Anexo 1). La composición florística se relaciona más con este último tipo (Pisano, op. cit.) y el sotobosque arbustivo es más exuberante y más denso que en la situación pura (Schlegel et al., 1979).

Estructuralmente, también presenta una multietaneidad por bosquetes coetáneos, donde la participación relativa de coigüe dependerá del grado de transición hacia el tipo coigüe de Magallanes.

- Bosques achaparrados

Los bosques achaparrados de lenga constituyen el límite altitudinal del bosque de lenga

y se presentan como un matorral puro. Se caracterizan por un crecimiento achaparrado o postrado, debido a las condiciones restrictivas del medio ambiente (Donoso, 1981).

Limita hacia las altitudes menores con el bosque de lenga puro, en una transición o también en una línea divisoria brusca (Donoso, op. cit.). Hacia mayores altitudes se va mezclando con especies de la pradera alto-andina, para finalmente desaparecer (Martínez, 1985).

Este subtipo no tiene ningún valor productivo maderero. Su valor es como bosque de protección, en especial para los bosques ubicados a menor altitud. Impide la formación y el avance de avalanchas y derrumbes (Veblen et al., 1977 citado por Donoso, 1981; Martínez, 1985).

3. MANEJO SILVICULTURAL DE LA LENGUA

3.1 Dinámica de los bosques

Los bosques de lengua se caracterizan por presentar una multietaneidad formada por bosquetes coetáneos. Según Kalela (1941) esto se daría por una serie de factores ambientales, como son, el clima frío, un período vegetativo corto, nieve y viento permanente y secante. Esto condiciona el envejecimiento temprano de los rodales, su grado de daño y sus enfermedades. La caída de los árboles abre los rodales, lo que permite el establecimiento de la regeneración. En consecuencia, el bosque de lengua se presenta como un mosaico de rodales, con diferencia de sitios y fases de desarrollo (Schmidth y Urzúa, 1982). Diversos estudios sobre la estructura y su cambio, han permitido llegar a conocer el desarrollo y funcionamiento de los bosques, que corresponde a una secuencia cíclica de fases bien determinadas (Schmidt, 1976; Alvarez y Grosse, 1978; Pesutic, 1978; Schmidt y Urzúa, 1982).

- Fase de regeneración:

La fase de regeneración se caracteriza estructuralmente por un fustal viejo en desmoronamiento en el estrato superior del rodal, y un monte bravo en los estratos inferiores. Este se produce por una disminución progresiva de la cobertura por muerte de los árboles padres. En esta fase se produce una alta competencia por luz, que estimula el crecimiento en altura. Una vez que el incremento en altura de la regeneración culmina, se pasa a la siguiente fase. También se puede considerar como cambio de fase, el momento en que el incremento del estrato de regeneración supera la pérdida del estrato superior en destrucción.

- Fase de crecimiento óptimo:

Al comenzar la fase de crecimiento óptimo, aún existen árboles sobremaduros, en el estrato superior. Su densidad es tan baja, que no impiden el crecimiento de la regeneración. Posteriormente queda solamente una generación representada por un rodal en estado de latizal o fustal con gran vitalidad y crecimiento. Es en esta etapa, cuando la cobertura de las copas se maximiza, por lo que prácticamente no se produce el establecimiento de nuevas plántulas. La fase de crecimiento óptimo culmina a una edad de aproximadamente 110 años.

- Fase de envejecimiento:

Estructuralmente, la fase de envejecimiento está formada por un solo estrato superior que se encuentra en estado de fustal. Los árboles pierden vitalidad y disminuyen su crecimiento, alcanzando su volumen máximo. Aunque se producen pérdidas en el vigor de los árboles y se produce una disminución de la cobertura de copa, aún la luz es demasiado escasa para permitir el crecimiento de la regeneración. Esta fase culmina aproximadamente a los 140 años.

- Fase de desmoronamiento:

La estructura en la fase de desmoronamiento sigue siendo un fustal, pero con árboles sobremaduros. Las existencias en esta etapa disminuyen por razones de sanidad y mortalidad. La muerte de los árboles sobremaduros produce una fuerte reducción de la cobertura de copas, con lo que se produce la instalación de abundante regeneración.

Según estudios realizados en Alto Mañihuales, en la XI Región, la fase de desmoronamiento es la más larga, ocupando 1/2 a 2/3 del ciclo total. Por esto la mayor proporción de superficie del bosque presenta un aspecto de sobre madurez (Alvarez y Grosse, 1978).

En bosques de lenga que presentan una estructura con superposición de más de dos estratos, los problemas sanitarios son mayores que en aquellos de estructura más simple. Schmidt y Urzúa (1982) atribuyen esto a una luminosidad más alta en todos los niveles del rodal en las situaciones de estructura más simple, que permite, por la mayor energía disponible, una resistencia más alta frente a organismos patógenos. Cabe agregar que, a medida que aumenta la edad de los rodales, los niveles de pudrición aumentan significativamente.

En la fase de regeneración, casi no hay pudrición. Al aumentar la edad, el número de árboles por hectárea disminuye paulatinamente. Sin embargo, se produce un aumento en el volumen que se maximiza en la fase de envejecimiento. En la fase siguiente disminuye el volumen por la muerte de los árboles y la proporción de pudrición de los individuos aumenta (Cuadro 3).

Fase	Edad	N° arb/ha	DAP (cm)	Vol/ha (m³)	% Volumen podrido
Regeneración	64	88	11,1	11	0,0
Crecimiento óptimo	96	1569	20,2	303	1,5
Envejecimiento	155	706	31,9	314	2,8
Desmoronamiento	201	375	36,2	220	17,0
Desmoronamiento	250	12	45,5	12	43,1

Cuadro 3: Densidad, volumen y porcentaje de pudrición en función de la edad, en un bosque de lenga de Magallanes.
(Fuente: Pesutic, 1978; Schmidt y Urzúa, 1982).

El aumento de los niveles de pudrición produce el desmoronamiento natural del bosque, disminuyendo la cobertura del rodal y creándose las condiciones de luminosidad necesarios para el establecimiento y desarrollo de la regeneración.

Los estudios de dinámica en bosques de lenga, se han concentrado en el subtipo lenga puro en la XI y XII Región.

Para los bosques ubicados al norte de la XI Región, existen escasos antecedentes respecto su dinámica. Estos provienen de algunos estudios puntuales, en bosques puros ubicados a grandes altitudes, donde la dinámica de desarrollo de los rodales está influido por catastrofismos, como son avalanchas de nieve, derrumbes y actividad volcánica. Estos fenómenos pueden producir deforestación casi completa en los sectores afectados, generándose posteriormente un renoval denso (Veblen et al., 1981).

Otro antecedente se refiere a los bosques de Araucaria-Lenga en el área de Lonquimay (IX Región), donde se pueden encontrar dos tipos de bosques: los bosques de araucaria-lenga, donde la lenga aporta sólo un 20% del área basal por hectárea y los bosques de lenga-araucaria, donde esta especie alcanza hasta un 72% del área basal por hectárea (Schmidt et al., 1977).

En los bosques de araucaria-lenga, la dinámica de lenga está condicionada fuertemente por la caída de individuos de araucaria, donde posteriormente se establece la regeneración (Schmidt, 1977). Los espacios generados son ocupados tanto por lenga como por araucaria, estableciéndose una competencia inter-específica. Esta generalmente favorece a la araucaria por su mayor agresividad, manteniéndose así la baja participación de lenga en los rodales.

En los bosques de lenga-araucaria, la estructura es de tipo multietánea por bosquetes. Su dinámica se explica con la misma secuencia de fases de desarrollo que en los bosques puros de las regiones australes (Schmidt et al., 1977; Morales, 1983).

3.2 La regeneración

3.2.1 Fenología y producción de semillas

La lenga es una especie monoica que puede florecer desde Agosto hasta fines de Noviembre dependiendo de la latitud, altitud, pendiente, exposición, humedad y suelos en que se encuentre (Donoso, 1978a; Donoso y Cabello, 1978).

Según Donoso (1978b), la floración es más tardía en el extremo sur y a mayor altitud. Por otro lado Skottsberg (1916, citado por Kalela, 1941a), a través de observaciones fenológicas determinó que las floraciones se producían casi simultáneamente en Tierra del Fuego y sobre los 1.000 m.s.n.m. en la X y XI Región. Esto hace suponer cierta similitud entre los factores ambientales que condicionan los procesos fenológicos, de los bosques cordilleranos de la zona

norte de la distribución de la lenga y los bosques de bajas altitudes de la zona sur de su distribución.

La maduración de los frutos se produce entre Enero y Febrero (Donoso y Cabello, 1979; Muñoz, 1980).

No existen antecedentes acerca de la edad en la cual la lenga comienza a producir semillas.

El número de semillas por kilogramo es de aproximadamente 50.000. El nivel de producción es cíclico, no existiendo mayores antecedentes acerca de la periodicidad de éstas.

Un estudio sobre la estructura, semillación y regeneración de bosques de lenga, en la XI Región, refleja que los niveles de producción, expresados en número de semillas por hectárea, fluctúa entre aproximadamente 0,5 y 10 millones (Schlegel et al., 1979) (Cuadro 4).

Localidad	Ubicación	Producción de semillas (millones/ha)	
		AÑO	
		1977	1978
Laguna Verde	45°31'S - 72°01'W	4,35	10,13
Mano Negra	45°24'S - 71°54'W	0,56	1,44

Cuadro 4: Producción de semillas de lenga (millones/ha), en dos localidades de la XI Región.
(Fuente: Schlegel et al., 1979).

En la zona de los bosques andino-patagónico de Argentina, en la provincia de Río Negro, que latitudinalmente corresponde a las provincias de Llanquihue y Palena de la X Región de Chile se registraron producciones de 4 millones de semillas/ha (Mutarelli y Orfilla, 1971).

Estos niveles de producción de semillas son bajos en relación a los alcanzados por otras especies del género *Nothofagus* en años de alta producción. En raulí, por ejemplo, se han encontrado producciones de hasta 20 millones por hectárea (Burschel, et al., 1976). Así se podría pensar que los valores representados para lenga no corresponden al potencial productivo real de esta especie. Futuros estudios en estas materias deberán revelar esto.

Los antecedentes recopilados permiten concluir que, aún es desconocido el monto de producción que se alcanzaría en un buen año, como también la periodicidad entre temporadas de buena producción.

3.2.2 Condiciones para la regeneración natural

Los antecedentes acerca de la regeneración de la lenga se refieren básicamente al sistema natural. Aún no existen antecedentes acerca de las posibilidades de su regeneración artificial, como acerca de su capacidad de reproducirse vegetativamente.

Para asegurar una adecuada producción de plántulas, se debe contar con una producción de semillas cuantitativa y cualitativamente aceptable. Por este motivo, es necesario conocer los ciclos de producción de semillas, como antecedente para coordinar estos con los tratamientos silviculturales que deben realizarse.

Otro factor condicionante para el éxito de la regeneración natural, es la cama de semillas. La germinación de lenga es impedida cuando la competencia por pastos es muy intensa (Donoso, 1978b). El establecimiento de la regeneración de lenga, no sólo requerirá de una buena fuente de semillas, sino que, en algunos sectores también la remoción del sotobosque para exponer el suelo mineral (Schmidt, 1976).

En los bosques productivos de las regiones XI y XII, el sotobosque es bastante escaso e incluso inexistente en algunas fases de desarrollo. Por esto, el éxito del establecimiento de la regeneración depende, más que nada, de factores ambientales, como son la luminosidad disponible y la protección contra el viento.

En los bosques de Magallanes, el establecimiento de la regeneración es normalmente bueno, con cifras del orden de 190.000 plantas/ha y 550.000 plantas/ha para Skyring y Monte Alto respectivamente (Schmidt y Urzúa, 1982). Esto refleja la alta capacidad de éxito en el establecimiento de la regeneración en estos bosques. La distribución y las posibilidades de desarrollo de las semillas varían fuertemente en función de la fase de desarrollo en que se encuentra el rodal y la luz que llega al piso.

El número de plantas por hectárea disminuye paulatinamente a medida que crecen (Cuadro 5). Esto se debe a la mortalidad natural de la regeneración, condicionada por la falta de luz. La fuerte competencia selecciona los individuos más vigorosos.

Altura (cm)	N° plantas/hectárea	
	Skyring	Monte Alto
0 - 10	184.000	417.000
10 - 50	3.900	106.500
50 - 100	2.700	15.700
10 cm 100 cm DAP	700	5.700

Cuadro 5: Número de plantas de lenga, por clases de altura, para las localidades de Skyring y Monte Alto, XII Región. (Fuente: Schmidt y Urzúa, 1982).

El factor luminosidad también influye en el período de establecimiento de la regeneración. Es necesario un menor número de años para lograr que las plántulas se establezcan, en la medida que los niveles de luz disponible sean más altos (Uriarte, 1987).

Otro factor importante en el establecimiento y crecimiento de la regeneración es el viento, que afecta en forma negativa a las plantas, a través de procesos fisiológicos y mecánicos. Por su poder secante reduce el crecimiento, al elevar las tasas relativas de respiración y transpiración con lo que disminuye la tasa de fotosíntesis neta. En rodales abiertos, el viento penetra causando fuertes daños al derribar o quebrar árboles, tanto del dosel superior, como de la regeneración.

Para asegurar la regeneración se deben descartar aquellos métodos que impliquen la tala rasa en grandes superficies, debiendo mantenerse una cierta protección para las plantas (Schmidt y Urzúa, 1982). Se necesita un dosel protector que permita la entrada de luz suficiente para la nueva generación y que, a la vez otorgue protección suficiente contra el viento.

En las explotaciones de Magallanes se intervino en forma más o menos selectiva, quedando árboles en pie. Esto produjo un aumento en los niveles de luminosidad, lo que agregado al efecto protector ejercido por estos individuos, genera un ambiente óptimo para la germinación y el establecimiento de una abundante regeneración, con buenas perspectivas de desarrollo.

En renovales de lenga de 30 años en Magallanes, se analizó el desarrollo de la regeneración, en función de diferentes coberturas del dosel superior. El número de plantas por hectárea aumenta al igual que su crecimiento en altura y diámetro con una mayor luminosidad. El mejor desarrollo, se observó bajo una cobertura del 15 al 30%.

Sobre el 30% de cobertura, el crecimiento disminuyó por la falta de luz, mientras que bajo el 15%, por la falta de protección (Uriarte, 1987).

Se puede concluir que, para el caso de lenga, se requiere para un adecuado establecimiento y desarrollo de la regeneración:

- Abundante producción de semillas.
- Una luminosidad que entregue una cobertura del 30%
- Protección contra el viento.

3.2.3 Antecedentes sobre tratamientos de germinación

Los antecedentes sobre tratamientos germinativos para las semillas de lenga son escasos. Considerando que las semillas, en forma natural, pasan un largo período bajo la nieve, es muy probable que sea necesario aplicar una estratificación en frío - húmedo. Esto es confirmado por Rocuant (1984), que probó diferentes tratamientos para algunas especies del género **Nothofagus**. Los resultados obtenidos para el caso de lenga se presentan en el Cuadro 6.

Tratamiento	Capacidad germin. (%)	Energía Germinativa	
		(%)	(días)
AFS	10,0	10,0	11
A3D	10,0	8,3	6
E20	8,3	6,6	7
R20	30,0*	25,0	7
TU-0,5/4d	13,3	8,3	5
TU-0,5/2d	18,3*	11,7	5
G-25/30h	8,3	5,0	5
G-25/15h	6,7	5,0	6

- AFS = Almacenaje en frío seco
 A3D = Inmersión en agua destilada durante 3 días
 E20 = Estratificación en frío-húmedo durante 20 días
 R20 = Remojado y mantención en frío-seco durante 20 días
 TU-0,5/4d = Inmersión en Tiourea al 0,5%, durante 4 días
 TU-0,5/2d = Inmersión en Tiourea al 0,5%, durante 2 días
 G-25/30h = Inmersión en Giberelina 25 ppm, durante 30 horas
 G-25/15h = Inmersión en Giberelina 25 ppm, durante 15 horas
 *: Diferencia significativa al 95% de confianza.

Cuadro 6: Capacidad germinativa y energía germinativa de semillas de lenga, en función de diferentes tratamientos. (Fuente: Rocuant, 1984).

El tratamiento que dio el mejor resultado consistió en el remojo y mantención en frío-seco de la semilla durante 20 días, consiguiéndose una capacidad germinativa del 30% y una energía germinativa del 25%.

Otro tratamiento recomendable consiste en la inmersión en solución de Tiourea al 0,5% durante dos días. Con esto se logró una capacidad germinativa del 18,3% y una energía germinativa del 11,7%.

El tratamiento con Tiourea, es de gran atractivo por el poco tiempo que se requiere para lograr la germinación.

Estos dos tratamientos resultaron significativamente mejores que los restantes probados.

Los resultados señalan, que las semillas de lenga tiene algún tipo de latencia, por lo que requieren de tratamientos especiales, además de un almacenaje rutinario en frío-seco para maximizar y acelerar su germinación (Rocuant, 1984).

3.2.4 Antecedentes sobre la viverización y plantación de lenga

No existen antecedentes bibliográficos sobre las técnicas a aplicar en vivero para producir plantas de lenga.

Como alternativa, Schmidt (1976) recomienda la extracción y posterior plantación de plántulas existentes en el bosque. Para raulí y roble, este método ha generado resultados positivos (Grosse y Bourke, 1987), razón por la cual, se podría esperar que también para otras especies del mismo género sea así.

Las alternativas de siembra directa y plantación de lenga en el área de Coyhaique fueron analizadas por Sierra y Gandara (1983). Obtuvieron resultados exitosos con el material plantado procedente de vivero como del bosque, bajándose los costos en un 33% con estas últimas. La siembra directa no dio un resultado inmediato, debido al período de germinación.

Después de dos años, ninguno de los sectores plantados presentó una supervivencia superior al 45%. Esto estaría determinado por problemas de disponibilidad de agua, insolación, viento y el daño causado por liebres (*Lepus europaeus*). Además debe considerarse que aún no se conoce la técnica para preparar en forma óptima la planta con el objetivo de lograr altos índices de sobrevivencia y desarrollo en terreno.

3.3 Valores dasométricos

En el amplio rango de distribución del tipo forestal lenga, las existencias y el crecimiento de los bosques varían según su ubicación (Cuadro 7). De la zona norte de este rango, correspondiente a los sectores de la alta cordillera, no existen mayores antecedentes dasométricos de la especie. Esto se debe al bajo potencial productivo de estos bosques y su difícil acceso.

En la zona norte del rango de su distribución, una parte importante de las existencias de lenga, forman parte del tipo forestal Araucaria. Pueden superar en volumen a la especie que define este tipo. En algunos sectores de Chilpaco (Lonquimay, IX Región) la lenga aporta volúmenes de aproximadamente 202 m³/ha con sólo 182 árboles/ha al rodal. La lenga puede constituir así una alternativa de producción en estos bosques (Schmidt et al., 1977).

En los sectores australes de la distribución del tipo forestal lenga, correspondientes a las XI y XII Región, los árboles alcanzan su mayor desarrollo, constituyendo bosques extensos de interés comercial (Yudelevich et al., 1967). Los bosques puros de lenga en estas regiones entregan un volumen entre 300 y 350 m³/ha (Pesutic, 1978; Schmidt y Urzúa, 1982).

Los bosques de lenga-coigüe, presentan un volumen más alto, que fluctúa entre 400 y 500 m³/ha. Esto indica una mejor calidad de los sitios que es reflejado por la presencia de coigüe (Pesutic, 1978).

Destacan las existencias de los bosques de Tierra del Fuego. En bosques puros se alcanzan 540 m³/ha, y en los mejores sitios, donde aparece la lenga mezclada con coigüe, se alcanzan volúmenes de hasta 790 m³.

Las existencias promedio de la XI Región, son de 228 m³/ha en bosques de interés comercial, reflejando el grado de deterioro y destrucción de los rodales en esta región. Un volumen promedio más alto de 324 m³/ha se encuentra en los bosques de protección que se caracterizan por su difícil accesibilidad.

En el cuadro 7 se observa también que, dentro de una misma localidad, se dan rangos bastante amplios para las variables de estado. Estas diferencias se deben, básicamente, a que los rodales muestreados se encuentran en diferentes fases de desarrollo.

Para realizar el manejo del bosque, es indispensable conocer las fases de desarrollo, en que se encuentran los rodales. Los tratamientos silvícolas a aplicar como el potencial productivo de estas, varían fuertemente entre ellas.

En los cuadros 7 y 8, se presenta un resumen de la situación generacional para Alto Palena (X Región), Monte Alto y Skyring (XII Región).

Localidad	Ubicación Lat/long.	Especie	Rango DAP (cm)	N° arb/ha	Area basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)
Chilpaco ⁽¹⁾ 1700-1800 m.s.n.m.	38°15' - 38°30'S 71°15' - 71°30'W	Lenga Araucaria	10 - 100 10 - 150	235 824	16,6 119,0	126,3 736,2
Chilpaco ⁽¹⁾ 1700-1800 m.s.n.m.	38°15' - 38°30'S 71°15' - 71°30'W	Lenga Araucaria	10 - 130 10 - 140	943 182	51,9 31,5	385,9 202,3
Valdivia ⁽²⁾ 700 m.s.n.m.		Lenga Coigüe	10 - 100 20 - 100	151 26	- -	509 -
Alto Palena ⁽³⁾ 1000 m.s.n.m.	43°30' - 43°45'S 71°45' - 72°00'W	Lenga	10 - 53	183 - 1400	48 - 91	270 - 547
Coyhaique ⁽⁴⁾ 300 m.s.n.m.	45°30'S 72°05'W	Lenga	5 - 110	85 - 689	25,5 - 62,7	-
Skyring ⁽⁵⁾ 120-650 m.s.n.m.	52°15' - 52°30'S 71°45' - 72°W	Lenga	32 - 46	462 - 1581	42,3 - 60,2	230 - 314
Skyring ⁽⁵⁾ 120-650 m.s.n.m.	52°15' - 52°30'S 71°35' - 72°W	Lenga Coigüe	26 - 72 17 - 60	391 - 492 50 - 136	54,0 - 73,0 4,7 - 6,3	340 - 435 21 - 35
Monte Alto ⁽⁶⁾	52°05' - 52°10'S 71°35' - 71°55'W	Lenga	11 - 46	13 - 1567	-	10,5 - 314
Lago Mascardi ⁽⁷⁾ 1000-1500 m.s.n.m. Argentina	40°30' - 41°15'S 71°00' - 71°45'W	Lenga	-	313 - 790	40,8 - 54,7	394 - 544
Lago Fagnano ⁽⁸⁾ Argentina	54°30' - 55°00'S 67°15' - 68°30'W	Lenga	-	363 - 1300	32,6 - 70,0	308 - 561
Lago Fagnano ⁽⁸⁾ Argentina	54°30' - 55°00'S 67°15' - 68°30'W	Lenga Coigüe	- -	120 - 2600 58 - 610	11,2 - 98,0 2,8 - 32,4	91,8 - 790 58 - 280
R.F. Magallanes ⁽⁹⁾ Renoval		Lenga	-	15000	36,3	-
Aysén ⁽¹⁰⁾	Promedio Regional	Lenga com. Lenga prot.	- -	- -	- -	228 324
Magallanes ⁽¹¹⁾	Promedio Regional	Lenga	-	-	-	270 - 600

Cuadro 7: Valores promedio de las variables dasométricas de rodales de lenga, en diferentes localidades desde Chilpaco (IX Región) hasta Tierra del Fuego (XII Región). (Fuente: (1) Schmidt, Toral y Burgos (1977); (2) Martínez (1965); (3) Schmidt (1976); (4) Puente y Peñaloza (1979); (5) Pesutic (1978); (6) Schmidt y Urzúa (1982); (7) Alonso, Mutarelli y Orfila (1968); (8) Mutarelli y Orfila (1969); (9) Rosas (s.f.); (10) Iren (1979); (11) Conaf (1978)).

En la fase de regeneración se pueden encontrar densidades de hasta 50.000 árb/ha o más, con volúmenes entre 200 y 300 m³/ha y un área basal de 40 a 50 m²/ha, aportado principalmente por el dosel superior en desmoronamiento. El estrato joven tiene una edad aproximada de 20 años.

Al aumentar la edad, el número de árboles por hectárea disminuye fuertemente hasta llegar a 1.000 - 1.700 árb/ha, el área basal alcanza 55 - 65 m²/ha y el volumen 250 - 300 m³/ha. En ese momento, el rodal se encuentra en la fase de crecimiento óptimo, con una edad aproximada de 100 años.

A los 150 - 160 años, el número de árboles es de 700 - 800 árb/ha, mientras que el área basal es de 60 a 70 m²/ha, correspondiendo a la fase de envejecimiento. Al llegar a esta fase, el volumen alcanza su máximo valor, con 300 a 500 m³/ha, dependiendo del sitio. En esta fase debe realizarse la cosecha, ya que a mayor edad decrece el volumen y los problemas sanitarios aumentan (cuadros 8, 9 y 10).

Fase de Desarrollo	Generación	Edad (años)	Nº arb/ha	Area basal (m ² /ha)	DAP	Volumen (m ³ /ha)
Desmoronamiento c/regeneración	1ª	240	30	55,9	46,2	301,0
	2ª	20	48.125			
Regeneración	1ª	270	183	41,6	52,6	253,4
	2ª	50	4.049	7,0	10,2	20,5
Crecimiento Óptimo	2ª	100	1.433	63,8	21,9	293,7
Envejecimiento	2ª	160	783	63,0	19,2	351,4
Desm. inicial	2ª	220	516	91,0	42,7	546,5

Cuadro 8: Diferentes variables de estado del rodal por fase de desarrollo. Alto Palena, X Región.
(Fuente: Schmidt, 1976).

Fase de desarrollo	Edad (años)	N° arb/ha	DAP (cm)	Volumen (m³/ha)
Regeneración	64	88 *	11,1	11
Crecimiento óptimo	96	1.569	20,2	303
Envejecimiento	155	706	31,9	314
Desmoronamiento	201	375	36,2	220
Desmoronamiento	250	13	45,5	12

* Más de 9.000 plantas de regeneración entre 0,5 m y el límite diamétrico.

Cuadro 9: Valores de diferentes variables de estado del rodal por fase de desarrollo. Monte Alto, XII Región.
(Fuente: Schmidt y Urzúa, 1982).

Fase de desarrollo	Generación	N° arb/ha	DAP (cm)	Area basal (m²/ha)	Volumen (m³/ha)
Desmoronamiento	1ª	375	36,2	41,4	220
c/regeneración	2ª	87	11,1	0,9	11
Crecimiento	1ª	13	45,5	1,9	12
Óptimo	2ª	1.569	20,2	54,7	303
Envejecimiento	1ª	706	31,9	60,2	314

Cuadro 10: Valores de diferentes variables de estado del rodal por fase de desarrollo. Skyring, XII Región.
(Fuente: Pesutic, 1978).

3.4 Estimaciones de volumen de lenga

La información existente acerca de estimaciones del volumen y sus respectivas funciones es bastante amplia y fue captada en diversas localidades.

Gran parte de esta información corresponde a tablas de volumen, las que se entregan, normalizadas al sistema métrico decimal, en el anexo 2.

Un estudio de crecimiento para lenga, en un bosque de araucaria en Chilpaco, en el área de Lonquimay (IX Región), entrega una serie de tablas de volumen bruto y aserrabe por troza, separadas por fase de desarrollo (Morales, 1983; Anexo 2.1).

Para el mismo sector se construyeron funciones que permiten estimar el porcentaje de volumen defectuoso en la fase de crecimiento óptimo. Se entiende como volumen defectuoso, el afectado por pudriciones, arqueaduras, gusaneras y hormigueros. Dichas funciones se presentan en el cuadro 11.

Troza	Función	r
I	% vol podrido = $74,83 e^{-0,02 \text{ DAP}}$	0,684
II	% vol podrido = $104,00 e^{-0,02 \text{ DAP}}$	0,583
III	% vol podrido = $308,90 e^{-0,06 \text{ DAP}}$	0,564

Cuadro 11: Funciones de estimación del porcentaje de defecto sobre el volumen de trozas de lenga de 3,6 m de largo. Chilpaco, Lonquimay.
(Fuente: Morales, 1983).

Según la tabla construida con estas funciones (Anexo 2.1), la mayor incidencia de los defectos se da en las clases diamétricas menores siempre y cuando estas sean de los estratos dominados. Disminuye el porcentaje de defecto hacia las trozas superiores del árbol. Esto porque la pudrición central comienza desde abajo y por la edad relativa de la madera a diferentes alturas del fuste (Morales, 1983).

Un estudio realizado por Alvarez y Grosse (1978) en Alto Mañihuales, XI Región, entrega una serie de funciones de volumen, las que se presentan en los cuadros 12 y 13. Las tablas generadas por estas funciones se entregan en el anexo 2.2.

Variable dependiente	Función	r	S y x	n
Volumen cúbico	$V = \text{DAP}^2(0,000286 + 0,0000215 H)$	0,9817	0,3305	44
Volumen aserrable	$V = 0,00893 + 0,0000159 (\text{DAP}^2 H)$	0,9656	0,23558	44

V = Volumen en m³; DAP = Diámetro en cm; H = altura en m.

Cuadro 12: Funciones de volumen total y aserrable para lenga, en Alto Mañihuales, XI Región.
(Fuente: Alvarez y Grosse, 1978).

Troza	Función	S y x	r	n
I	$V = 0,000185 \text{ DAP}^{2,089}$	0,1232	0,9670	46
II	$V = 0,000173 \text{ DAP}^{2,037}$	0,0726	0,9839	45
III	$V = 0,000113 \text{ DAP}^{2,092}$	0,0889	0,9694	44
IV	$V = 0,000186 \text{ DAP}^{1,904}$	0,1009	0,8842	22

Cuadro 13: Funciones de volumen total por troza de 3,6 m de largo, para lenga en Alto Mañihuales, XI Región.
(Fuente: Alvarez y Grosse, 1978).

Otra función de volumen por troza, correspondiente a la localidad de Coyhaique (XI Región) es la entregada por Gándara (1979), correspondiente a trozas de 12 pies de largo (3,6 m) (Cuadro 14; Anexo 2.3).

Troza	Función	r
I	$V = 0,00024 \text{ DAP}^{2,0229}$	0,999
II	$V = 0,000099 \text{ DAP}^{2,1873}$	0,999
III	$V = 0,000054 \text{ DAP}^{2,2943}$	0,999
IV	$V = 0,000040 \text{ DAP}^{2,3199}$	0,999
V	$V = 0,0000041 \text{ DAP}^{2,8080}$	0,999

Cuadro 14: Funciones de volumen total (m^3) por troza de 3,6 m de largo, para lenga en Coyhaique, XI Región.
(Fuente: Gándara, 1979).

Para las áreas de Monte Alto y Skyring (XII Región), Schmidt y Urzúa (1982), entregan funciones de volumen bruto y aprovechable, en función sólo del diámetro (DAP) y también del DAP y la altura. El análisis se hizo a partir de 523 árboles sanos, por lo que para estimar volúmenes netos, es necesario hacer correcciones (Cuadro 15; Anexo 2.4).

Variable dependiente	Función
Volumen bruto	$V = 0,030311892 + 0,00003272319 \text{ DAP}^2 H$ $V = 0,247641 - 0,01494661 \text{ DAP} + 0,0007925322 \text{ DAP}^2$
Volumen aprovechable	$V = 0,06061936 + 0,0000280696 \text{ DAP}^2 H$ $V = 0,0374412 - 0,001943534 \text{ DAP} + 0,0005492494 \text{ DAP}^2$

Cuadro 15: Funciones de volumen bruto y aprovechable para lenga en Monte Alto y Skyring (XII Región).
(Fuente: Schmidt y Urzúa, 1982).

Para conocer el volumen aprovechable de lenga, Merino (1979) entrega funciones de volumen aserrable para trozas de 3,6 m de largo. (Cuadro 16; Anexo 2.4).

Troza	Función	S y X	r	n
I	$V = 0,0000495 \text{ DAP}^{2,271}$	0,038	0,9837	243
II	$V = 0,0000219 \text{ DAP}^{2,419}$	0,042	0,9709	206
III	$V = 0,0000025 \text{ DAP}^{2,906}$	0,036	0,9552	86
IV	$V = 0,0000014 \text{ DAP}^{2,932}$	0,029	0,9156	8

Cuadro 16: Funciones de volumen aserrable por trozas de 3,6 m de largo, para lenga en Monte Alto y Skyring, XII Región.
(Fuente: Merino, 1979).

Para el área de Skyring (XII Región) se construyó una función de volumen para trozas de 2 m de largo, entregada por Fuenzalida (1975). Su expresión es:

$$V = 0,85563 D^2 - 0,00785 DN - 0,00668 D^2 N^2 + 0,66085 D^2/N$$

Donde:

V = Volumen en m³ s.s.c.

D = DAP en metros

N = Posición de la troza (1, 2, 3, 4...)

Una tabla de volumen generada por esta función se entrega en el Anexo 2.4.

Para los sectores de Skyring, Río Bueno, Monte Alto, Río Penitente y Vilicic, todos en la XII Región, Coda (1979) entrega una serie de funciones para estimar el volumen por hectárea de los bosques de lenga.

Considerando que el volumen por hectárea dependerá del sitio, la ocupación de éste, la edad y estructura del rodal, establece el siguiente supuesto para construir las funciones (Cuadro 17):

$$V = f(\bar{H}_m; AB; \overline{DAP}; VAR)$$

Donde:

$\frac{V}{\bar{H}_m}$ = Volumen de madera aprovechable libre de pudrición o daño.

$\bar{H}_m$ = Altura media, según estimaciones en trozas de 3,6 m de largo, de los cinco árboles más altos en una parcela de 1/20 ha. Se consideró como una variable indicadora del sitio.

AB = Área basal por hectárea, representando la ocupación del sitio.

$\overline{DAP}$ = DAP medio de la parcela, representando la edad.
 VAR = Varianza del diámetro (DAP), representando la estructura.

Coda (1979) indica además, que estas funciones son la única forma práctica de estimar el volumen de lenga estando los árboles en pie (Cuadro 17).

Estas funciones deben considerarse como aproximaciones, ya que están basadas sobre supuestos que en la realidad pueden variar bastante. Por ejemplo, el diámetro no sólo depende de la edad, sino también de la densidad, entre otros factores. La varianza diamétrica no necesariamente es un indicador claro de la estructura del bosque, ya que puede ser alta para bosques de estructuras simples a complejas.

Variable	Dependiente	Función	r	S y x	n	Intervalo confianza
Volumen Bruto Libre de pudrición	Exportación	$VELP = 572,596 - 191,523 \ln(\overline{DAP}) + 17,133 \ln(VAR) + 18,885 \ln(AB) + 2,735 \ln(Hm)$	0,813	25,58	20	$24,48 \pm 15$
	País	$VDLP = -259,997 + 37,943 \overline{Hm}^{0,838} + 0,316 AB^{1,302} + 93,698 DAP^{0,198}$	0,846	31,87	20	$79,01 \pm 23$
	Desecho	$VDLP = 6,085 \cdot 10^{-10} DAP^{5,554} AB^{2,235} VAR^{-0,868} \overline{Hm}^{0,325}$	0,812	39,19	20	$84,93 \pm 21$
Volumen aprovechable (VELP + VDLP)		$SVOL = -77,213 + 43,853 \overline{Hm}^{0,892} + 0,191 AB^{1,469} + 4767,644 DAP^{-0,953} - 196,525 VAR^{-0,089}$	0,889	40,48	20	$102,96 \pm 36$
Volumen total libre de pudrición		$VTLP = 6,998 \cdot 10^{-3} AB^{1,742} \overline{Hm}^{0,574} VAR^{-0,366} DAP^{1,215}$	0,962	33,76	20	$195,94 \pm 42$

VELP: Volumen de exportación libre de pudrición en m³/ha; VPLP: Volumen país libre de pudrición en m³/ha;
 VDLP: Volumen desecho libre de pudrición en m³/ha; SVOL: Volumen aprovechable (corresponde a la suma de exportación y país) en miles de pies mad/ha; VTLP: Volumen total libre de pudrición en miles de pies mad/ha; $\overline{DAP}$: DAP medio de la parcela; VAR: Varianza del diámetro; AB: Área basal/ha; $\overline{Hm}$: Altura media en número de trozos.

Cuadro 17: Funciones de estimación del volumen por hectárea en la Cordillera Sierra Chilena, XII Región.
 (Fuente: Coda, 1983).

3.5 Tratamientos Silviculturales

Para deducir los tratamientos silviculturales más adecuados para los bosques de lenga se debe considerar su dinámica natural de desarrollo, además de factores edafoclimáticos, de sanidad y de rendimiento.

De acuerdo a la dinámica natural de los bosques de lenga, los árboles se distribuyen en bosquetes que en la sobremadurez se desmoronan. Así se crean las condiciones para el establecimiento de la regeneración. Esta se instala en forma abundante para luego disminuir su densidad por efecto de la competencia natural. La culminación del crecimiento en altura ocurre en forma temprana, mientras que el incremento volumétrico culmina al iniciarse la fase de envejecimiento. El daño sanitario en los bosques naturales de lenga es significativo, en especial en las fases de desarrollo más avanzadas y en los rodales que tienden a una estructura multietánea. El principal factor ambiental en la estabilidad de los bosques es el viento, por lo que la masa arbórea, especialmente durante los estados juveniles de desarrollo requiere de alguna forma de protección por árboles remanentes viejos. Estos antecedentes generales son los más relevantes a considerar para definir los tratamientos silviculturales. A continuación se detallarán aspectos básicos para la silvicultura de estos bosques.

3.5.1 Estructura de manejo

Diversos autores indican que la estructura más conveniente para el manejo de los bosques de lenga es la de Monte Alto Regular de uno a dos estratos coetáneos (Alvarez y Grosse 1979; Pesutic, 1979; Schmidt et al., 1979; Schmidt y Urzúa 1982).

Las razones para escoger este tipo de estructura han sido sintetizadas por Alvarez y Grosse (1978) y son:

- La intolerancia de la lenga la hará desarrollarse bien en estructuras de este tipo.
- Naturalmente los árboles crecen y se desarrollan en rodales coetáneos, que son los que definen la estructura del bosque.
- La estructura multietánea no mejora la calidad del bosque, puesto que el factor de mayor influencia en las pudriciones es el daño físico, producto del continuo desmoronamiento de los árboles sobremaduros. La estructura coetánea permite regenerar el bosque antes de que el rodal se destruya naturalmente, manteniendo siempre árboles sanos y vigorosos.
- La homogenización u ordenación del bosque hacia grandes masas coetáneas, hace más factible las prácticas de tratamientos silviculturales y extracción.

3.5.2 Métodos de regeneración

De acuerdo a la estructura, sanidad y requerimientos de protección del bosque, el método más adecuado para regenerarlo se desprende como una imitación de la dinámica natural. Esto significa realizar cortas sucesivas, aplicando el método de protección. Este es uno de los métodos de explotación definidos para el tipo forestal lenga en la legislación forestal vigente.

Garrido (1981) indicó que este método puede aplicarse realizando hasta 3 cortas en un período no mayor de 10 años entre la primera intervención y la cosecha final.

Se podrá cosechar dejando en pie al menos el 50% del área basal existente antes de la intervención concentrándola exclusivamente en árboles del dosel superior. Una vez producida la regeneración natural en la cantidad requerida se procederá a abrir más el dosel. La cosecha final sólo se podrá realizar cuando la regeneración tenga una altura que supere 1,5 m.

La aplicación de estos tratamientos, en la práctica es compleja, si se tiene en cuenta la heterogeneidad de las situaciones en que se puede encontrar el bosque. Las intervenciones tendrán que ser definidas para cada situación en particular, referida a los distintos sitios y fases de desarrollo.

Schmidt y Urzúa (1982) proponen una serie de alternativas de manejo silvícola aplicable a distintas situaciones en las que se encuentre el bosque. Estas alternativas que básicamente son modelos de transformación de un bosque virgen a un bosque de producción presentan dos formas básica de intervención:

- a) Corta de explotación y regeneración
- b) Corta de raleo y mejoramiento.

La corta de explotación y regeneración está orientada a producir regeneración natural bajo dosel. La explotación final sólo se realiza al haberse producido la repoblación natural.

Como la regeneración en los bosques de lenga es muy abundante, generalmente no son necesarias las cortas de regeneración (corta semilleras previas a la explotación final). Si existe una regeneración establecida de 100.000 plántulas con tallo lignificado por ha, se puede explotar inmediatamente, dejando sólo un dosel de protección.

Este dosel puede estar formado por árboles de cualquier calidad. De este modo la explotación se puede concentrar en los árboles maderables de calidad, dejando como dosel de protección los árboles sin valor maderero. Estos pueden ser eliminados posteriormente en pie por volteo. Recomiendan tentativamente un rango de cobertura del dosel de protección del 30% al 50%, debiendo permanecer 15 a 30 años, hasta que la regeneración llegue al estado de latizal.

Aplicando el mismo criterio de manejo, Uriarte (1987) indica que la cobertura de este dosel, para lograr un buen desarrollo de la regeneración, debe estar entre el 15 y el 30%. Si se aplican coberturas menores o mayores se produce pérdida de crecimiento por falta de protección o luz respectivamente.

Es indispensable que los árboles del dosel protector queden homogéneamente distribuidos en el área a regenerar, con el fin de disponer de niveles de luminosidad parejos para las plantas (Schmidt y Urzúa, 1982; Uriarte, 1987).

Para lograr condiciones de luminosidad adecuadas Schmidt y Urzúa (1982) proponen un distanciamiento medio de 7 m entre los árboles, permitiendo un margen de tolerancia de 1 m. Esto se puede considerar como una regla de fácil aplicación para el motosierrista.

Si en el dosel de protección se cuenta con árboles de buena calidad éste podrá aprovecharse en el futuro por su potencial productivo. Según Schmidt y Urzúa esta alternativa requiere de al menos 200 árboles/ha distribuidos homogéneamente. Esto se puede cumplir en alrededor del 50 al 60% de los bosques de lenga de Magallanes. En el caso de que los árboles con potencial futuro sean insuficientes para alcanzar la cobertura mínima se puede completar el dosel con árboles de otra calidad.

En los sectores donde no existe regeneración preestablecida es necesario proceder primero con una corta de regeneración, la que debe coincidir con un año de buena semillación. Para ésta debe rebajarse la cobertura en forma uniforme a un 60-70% de la cobertura inicial (Schmidt y Urzúa, 1982). Para establecer la regeneración en bosques naturales en Aysén, con una intervención del 60% sobre el número de individuos, y dejando una cobertura media del estrato superior del orden del 50%, se aseguraría la regeneración (Alvarez y Grosse, 1987). Para bosques de lenga en Magallanes, Uriarte (1987), sostiene que un dosel de 15 a 30% de cobertura, aporta suficiente luz y protección para el rápido establecimiento y crecimiento de abundante regeneración.

Una vez establecida la regeneración, la explotación debe completarse hasta dejar un dosel de protección. El momento oportuno para realizar la corta definitiva fue definida para Alto Mañihuales para aquellos rodales que hayan alcanzado un diámetro medio de 60 cm y que coexistan en la mínima superficie con regeneración ya instalada (Alvarez y Grosse, 1978).

Para la aplicación práctica de los tratamientos de regeneración en bosques de lenga, existen algunas proposiciones a base de intervenciones experimentales.

Núñez (1981) analizó diferentes criterios de intervención, en un bosque multietáneo de lenga en el cerro La Virgen en Coyhaique XI Región. Los criterios analizados fueron:

- Selección según diámetro límite (probando 30, 50 y 70 cm de DAP). Se deben extraer todos los árboles menores al diámetro límite. La elección de éste fue dado por los diámetros medios máximos alcanzados en las fases de crecimiento óptimo, enveje-

cimiento y desmoronamiento.

- Selección según distanciamiento (probando 5, 10 y 15 m): Se interviene el bosque a partir de un árbol del dosel superior elegido al azar, extrayendo todos los árboles que se encuentran a una distancia menor a la prefijada. Posteriormente se pasa a un vecino y se continúa hasta completar la intervención del área.

- Selección combinada de distanciamiento y diámetro límite: Se da por la relación existente entre el diámetro y el distanciamiento medio por clase. La relación establecida para el área es la función:

$$\bar{d}_j = 7,03657 e^{0,0784 CD_j}$$

$$r = 0,959$$

$$E = \pm 0,24$$

Donde:

$$\bar{d}_j = \text{distanciamiento medio para la clase diamétrica } j$$

$$CD_j = \text{Clase diamétrica } j$$

$$e = \text{Base de logaritmos naturales.}$$

Se intervino el rodal partiendo de un árbol del dosel superior, escogido al azar entre 30 y 60 cm de DAP. Este diámetro se procesa con la función, obteniéndose un distanciamiento en el cual se procede de igual forma que en el criterio anterior.

Los resultados que se esperan por el tipo de intervenciones mencionadas son:

- Selección según diámetro límite

- Cualquiera sea el diámetro límite de intervención los árboles remanentes después de la intervención, quedan distribuidos al azar.
- Cuando se aplica un criterio con un diámetro límite bajo (inferior a los 40 cm) la intervención presenta características de un raleo tardío y por lo bajo.
- Intervenciones con diámetros límites de extracción mayores a 60 cm producen grandes áreas sin cobertura que podrían causar irregularidades en la regeneración de toda el área.
- Intervenciones con un diámetro límite entre 50 y 60 cm producen una mejor distribución de los árboles que regeneran el área.
- Los incrementos que se generan en los árboles remanentes por un período de 10 años se presentan en el cuadro 18.

- Selección según distanciamiento

- Cualquiera sea el distanciamiento de intervención, la población queda distribuida en forma uniforme.
- El distanciamiento de extracción de hasta 5 m se asemeja a un raleo tardío y proporcional.
- Hasta 9 m de distanciamiento, las intervenciones pueden considerarse como cortas semilleras, requiriéndose una corta más antes de la cosecha final.
- Con un distanciamiento de extracción entre 10 y 15 m, pueden considerarse como cortas semilleras con protección débil sin requerir de otra corta antes de la cosecha final.
- Intervenciones con distanciamientos mayores de 15 m escapan del método de cortas sucesivas, asemejándose al método del árbol semillero.
- Para poder homogenizar la cobertura del dosel remanente siempre deben permanecer en el área árboles mayores a 60 cm y/o menores a 30 cm de DAP.
- Con el rodal remanente mantenido por este sistema, se cumple el objetivo de producir y proteger la regeneración.
- Los incrementos que se generan se presentan en el cuadro 18.

- Selección combinada Distancia-Diámetro límite

- Con este criterio, el rodal remanente queda distribuido homogéneamente.
- La calidad de los árboles que permanecen después de la intervención supera el nivel alcanzado con los criterios anteriores, ya que el 75% de los árboles remanentes pertenece a las clases diamétricas entre 30 y 60 cm, que es el rango donde, en general, se encuentran los árboles de mayor valor económico.
- El distanciamiento medio alcanzado después de la intervención es de aproximadamente 11 m.
- Esta intervención puede considerarse como corta semillera con protección débil, que no requiere de otra corta antes de la cosecha final.
- Los incrementos logrados con este criterio se presentan en el cuadro 18.

Criterio de Intervención		Area Basal (m ²) Incremento (%)		Volumen (m ³) Incremento (%)	
DAP límite	30 cm	2,42	5,4	28,10	5,8
DAP límite	50 cm	0,43	1,3	4,45	1,2
DAP límite	70 cm	-	-	-	-
Distanciamiento	5 m	2,07	6,5	22,90	6,7
Distanciamiento	10 m	0,93	5,6	10,17	5,7
Distanciamiento	15 m	0,77	7,2	6,18	7,4
Criterio combinado		0,83	6,6	11,31	8,4

Cuadro 18: Incremento en área basal y volumen, según criterio de intervención para un período de 10 años en el Cerro La Virgen, Coyhaique, XI Región.
(Fuente: Núñez, 1981).

El mayor incremento volumétrico relativo se obtiene al aplicar el criterio combinado "distancias - diámetro límite". Puede ser de gran utilidad cuando en el bosque se dejan árboles con potencial maderero futuro, conformando el dosel de protección.

El uso de las alternativas que consideren distanciamiento, diámetro límite entre 50 y 60 cm y el criterio combinado, son útiles para transformar la estructura multietánea del bosque en una coetánea de dos estratos.

Sobre la base del predio Monte Alto de (828 ha) en Magallanes Schmidt y Urzúa (1982) evalúan alternativas de regeneración. Para ejecutarlas a nivel de rodal deben realizarse las siguientes actividades de planificación silvícola:

- Diagnóstico a través de la Cartografía e inventarlo estratificado, especialmente por fases de desarrollo y sitio.
- Determinación de la estructura de manejo (definida en el capítulo 3.5.1).
- Definición de alternativas de explotación y tratamientos silvícolas aplicables en función de las existencias y el estado de desarrollo de cada rodal.
- Estimación de la producción actual y futura en función de las existencias y las alternativas de tratamiento.

Según Schmidt y Urzúa (1982) la regeneración bajo dosel de protección y/o con el de producción, se pueden aplicar en las siguientes situaciones:

- Explotación y regeneración natural bajo dosel de protección.

El método de explotación y regeneración bajo dosel de protección es aplicable a prácticamente todas las fases del bosque. Es muy recomendable, especialmente en la fase de envejecimiento, donde se extraen los árboles de mejores características, especialmente de la primera generación. Se puede completar con árboles de una segunda generación en el caso que los de la primera sean insuficientes. Con este criterio se deja un dosel de protección de 200 árboles/ha, con un distanciamiento medio entre 6 y 8 m, lo que los distribuye homogéneamente.

Con este tipo de intervención, se puede esperar un incremento de los árboles remanentes de 0,17 cm/año en DAP, y de la regeneración de 0,2 m/año en altura y 0,2 cm/año en diámetro.

Dependiendo del establecimiento de la regeneración y su desarrollo, debe intervenir nuevamente el dosel de protección. Esta intervención puede consistir en extraer árboles de valor comercial o anillar en pie los individuos sin valor maderero.

- Explotación y regeneración bajo dosel de protección y producción

El tratamiento de explotación y regeneración bajo dosel de protección y producción se aplica cuando se encuentran 400 árboles con potencial maderero por hectárea o más, entre 11 y 35 cm de DAP. En este caso se debe dejar un dosel de protección y producción con 250 árboles por hectárea, separados entre 5 y 7 m. Los individuos remanentes se explotan.

El incremento de los árboles del dosel de protección se estima en 0,1 m/año en altura y 0,45 cm/año en DAP. La regeneración crece a 0,2 m/año en altura y 0,2 cm/año en diámetro.

Una vez que el dosel remanente ha llegado a dimensiones de interés productivo, se explotará dejando una cobertura de protección muy suave.

Esta alternativa de manejo es aplicable en la fase de crecimiento óptimo, donde se encuentran árboles de calidad y buen desarrollo potencial.

Las existencias antes y después de la intervención y una estimación del volumen proyectado a 40 años se entrega en el cuadro 19.

Fase Desarr.	Volumen	Altern. Silvic	Volumen Explot.		Bosq. Remanente			Bosq. en 40 años	
			No Mad.	Mad.	N° Arb.	Vol. No Mad.	Vol. Mad.	Vol. Mad.	Regen.
Envejecim.	457 m ³	1	-	163	200	249	-	-	Latiz.(8m)
		2	no	es	factible de aplicar			-	Latiz.(8m)
Regener. avanzada	453 m ³	1	115	90	200	248	-	-	Latiz.(8m)
		2	361	75	250	-	18	99	
Crec. óptimo	459 m ³	1	114	100	200	244	-	-	Latiz.(8m)
		2	331	83	250	-	45	172	

1: Explotación y regeneración natural bajo dosel de protección.

2: Explotación y regeneración natural bajo dosel de protección y producción.

Cuadro 19: Existencias antes, después y a 40 años de la intervención, según tratamiento silvícola y fase de desarrollo para el predio "Monte Alto".
(Fuente: Schmidt y Urzúa, 1982).

El volumen logrado con el manejo del rodal descrito, superará significativamente los volúmenes maderables actuales. Así se podrán esperar, al final de la rotación, volúmenes maderables de 400-600 m³/ha, similares a los volúmenes brutos actuales.

Las alternativas de manejo planteadas podrán ser aplicadas directamente en aquellas situaciones en que exista regeneración preestablecida en forma abundante y donde los problemas de inestabilidad de los rodales son bajos.

Una presentación esquemática de las distintas alternativas de manejo se encuentra en el cuadro 20.

Alternativa Silvícola	Reg. Preestab.	Diámetro Límite (cm)			Distancia (m)			Criterio Comb Diámetro dist.
		< 40	50-60	> 60 (1)	< 5	5-10	10-15	
Dosel de protección Complementación Posterior	NO		X			X		
	SI		X			X	X	X
				X			X	X
Dosel de prot. y prod. Complementación post.	NO	X				X		
	SI	X				X		
			X	X			X	X

(1): En el caso de aplicar este criterio debe atenderse bien a las características de vigor y distribución de los árboles remanentes.

Cuadro 20: Criterios de manejo silvícola en bosques de lenga.
(Fuente: Núñez, 1981; Schmidt y Urzúa, 1982).

En los bosques de lenga de Argentina también se han probado diferentes métodos de regeneración, aplicables en algunos casos a los bosques chilenos.

Los tratamientos ensayados fueron aplicados principalmente en Tierra del Fuego, en la provincia de Río Negro. Un desglose de éstos se presenta a continuación:

- Método del árbol semillero:

Se aplicó en un rodal virgen sobremaduro con una proporción de árboles dañados o enfermos, superior al 60% (Alonso et al., 1986; Mutarelli y Orfila, 1971). Se dejaron 73 árboles/ha como semilleros, extrayendo el resto. En el período anterior a la intervención, se produjo un buen año de producción de semillas, por lo que después del período invernal, la germinación fue abundante. En otros sectores localizados más al norte, la regeneración fue muy escasa. Esto se explicó por la proliferación de vegetación competitiva, establecida al abrir el rodal, que incidió en impedir la germinación de las lengas (Mutarelli y Orfila, 1972).

- Tala rasa en fajas alternativas:

Se aplicó en bosques vírgenes con una alta proporción de árboles sin utilidad por encontrarse dañados y/o enfermos. Se abrieron fajas de 20 a 35 m de ancho y 400 m de largo.

Alonso et al. (1968) indican que en este tratamiento, el arrastre de troncos por el suelo, expuso su componente mineral. Esto permitió una germinación abundante con el desarrollo de plántulas vigorosas formando rodales densos. La regeneración cuenta así con una alta intensidad luminosa y con la protección de las faja arbóreas laterales (Mutarelli y Orfila, 1973).

El método de fajas puede provocar erosión, si las fajas son abiertas en pendientes fuertes.

- Método de protección aplicado uniformemente en la superficie:

Este método puede ser aplicado en dos modalidades:

- Se extrae al 50% del área basal, sirviendo esta intervención como corta preparatoria, o bien corta semillera. El 50% restante se deja para la corta final. Con este tipo de intervención la regeneración no alcanza a ocupar completamente el área intervenida (Alonso et al., 1986; Mutarelli y Orfila, 1971).
- Aplicación de tres cortas: La primera corta se define como preparatoria, extrayéndose un tercio del área basa. Le sigue una corta semillera, en la cual se extrae otro tercio del área basal a los tres años. La corta final se realiza 5 ó 6 años después de la primera corta. El proceso de regeneración logrado durante la aplicación de los tratamientos, se consideró como lento (Alonso et al., 1968; Mutarelli y Orfila, 1971).

- Método de protección en fajas.

Los tratamientos de apertura del dosel fueron aplicados con la misma periodicidad que en el método de protección con 3 cortas. La diferencia consistió en que las intervenciones fueron realizadas en fajas. Se presentaron los mismos problemas en el sentido de una regeneración lenta, como en el caso anterior y la aplicación de fajas significó una menor protección en los sectores con fuertes pendientes.

- Tala rasa en bosquetes.

Se aplicó abriendo bosquetes, creando hoyos de 20 a 30 m de diámetro, con el objetivo de otorgar mayor protección a la regeneración y al suelo en las áreas con pendientes fuertes. Con este método la regeneración resultó abundante y vigorosa, sin haber problemas causados por condiciones de pendientes fuertes y exposiciones desfavorables. Con este sistema se logró una buena protección contra el viento (Mutarrelli y Orfila, 1973).

Hay que considerar que los tratamientos presentados y sus resultados tienen un carácter de preliminares. La aplicación de cada método, estará sujeto a las características particulares de cada rodal y a los resultados que se obtengan al ensayar en cada situación.

3.5.3 Cortas intermedias

El tipo e intensidad de los tratamientos intermedios en los bosques de lenga variará de acuerdo al estado de desarrollo, las características dasométricas de cada rodal, y del objetivo que se persigue.

Siguiendo la secuencia natural de desarrollo del bosque y sobre la base de ésta, se pueden proponer diferentes tratamientos.

En la etapa inicial de la regeneración, cuando ésta es menor a 1 m de altura y presenta gran densidad, se podrían realizar cortas de limpieza. La vegetación competitiva por lo general no juega un rol importante en los bosques de lenga, al no limitar significativamente el crecimiento de los árboles. En algunos casos donde crecen lenga y coigüe en conjunto se puede orientar el rodal hacia una especie, eliminando los coigües.

En el estado de monte bravo son aplicables los clareos. Estos corresponden a un tratamiento a la regeneración en (capítulo 3.5.2) situaciones bajo un dosel abierto. Se entiende que el dosel superior en esta etapa aún cumple una función protectora.

Generalmente la regeneración establecida es muy abundante, lo que ocurre especialmente en zonas intervenidas, con buena disponibilidad de luz. Para el caso de renovales, Schmidt y Urzúa (1982) proponen un clareo o raleo selectivo, de acuerdo a la altura del rodal.

Cuando las plantas tienen entre 1,5 a 2 m de altura proponen la extracción de los 2 ó 3 competidores dominantes y codominantes más cercanos. Otra opción la presenta la eliminación de los individuos más cercanos en un círculo de 1,0 a 1,5 m.

Para renovales creciendo en Magallanes con alturas entre 3 y 6 m a la edad de 30 años, Uriarte (1987) entrega densidades que oscilan entre 30.000 y 50.000 árboles de regeneración por hectárea. El número de individuos dominantes es de 7.000 y 11.500 árboles/ha. Si el proceso continúa su desarrollo natural, se producirá una paulatina disminución en la densidad a causa de la mortalidad. Este proceso es muy lento y los árboles que sobreviven no son necesariamente los de mejores características madereras. En estas condiciones el crecimiento individual es bajo y los riesgos de generarse problemas sanitarios son altos. Para aprovechar racionalmente el recurso, Uriarte (1987) propone un raleo dejando 2.000 a 3.000 árboles/ha seleccionados por vigor y calidad homogéneamente distribuidos en la superficie. En este raleo es necesario extraer los competidores más directos, tanto dominante como codominantes. Los árboles dominados, que no afecten el desarrollo de los seleccionados, se eliminarán naturalmente, debido a su menor vitalidad y sus reducidas expectativas de desar-

rollo. Estos árboles pueden otorgar protección lateral y estimular la poda natural de los individuos dominantes escogidos. También deben eliminarse los árboles excesivamente desarrollados ("árboles lobos") con el fin de favorecer la formación de una masa en regeneración regular.

Traverso (1982) estudió renovales de lenga en la Reserva Forestal Coyhaique (XI Región), considerando índices de competencia. Los bosques que analizó tenían una edad promedio de 27 años y presentaban densidades entre 420 - 12.533 árboles/ha. Estas diferencias se deben a un raleo que se realizó 15 años antes del estudio en cuestión. El espaciamiento distinto llevó a que según el sector, los diámetros medios variaran de 5,6 cm a 12,8 cm. Los incrementos en altura de los árboles no fueron afectados por la densidad (cuadro 21). Las alturas del rodal que corresponde a un monte bravo a latizal, variaron entre 6 y 10 m.

El incremento diametral medio de los rodales fue de 0,33 cm/año. Las variaciones en el espaciamiento provocaron diferencias significativas en los diámetros, variando el incremento de 0,21 cm en la situación más densa, a 0,47 cm en la situación más abierta (distanciamiento entre los árboles = 4,9 m).

Densidad (N° arb/ha)	Incremento diametral (cm/año)	Incremento en altura (m/año)
12.533	0,208	0,244
5.181	0,298	0,265
4.860	0,285	0,254
3.694	0,348	0,270
2.714	0,391	0,265
2.314	0,414	0,270
1.860	0,479	0,301
1.231	0,499	0,251
640	0,490	0,261
420	0,472	0,275

Cuadro 21: Incremento promedio del rodal en diámetro y altura de acuerdo a diferentes densidades. Reserva Forestal Coyhaique, XI Región.
(Fuente: Traverso, 1982).

Es un renewal mixto de lenga-coigüe, en la Reserva Forestal Coyhaique, Vera (1985) estudió la respuesta al raleo. La edad promedio fue de 36 años para lenga y 31 años para coigüe. El raleo se orientó según el área basal. Se realizó 7 años antes de las mediciones para el estudio. El crecimiento de las diferentes variables de estado en función del área basal se presenta en el cuadro 22.

Tratamientos por Área Basal	Especie	Diámetro (cm/año)	Área Basal (m ² /ha/año)	Volumen (m ³ /ha/año)
16,7 m ²	Le	0,40	2,10	9,50
	Co	0,32	0,36	1,48
17,7 m ²	Le	0,28	1,96	6,64
	Co	0,14	0,07	0,18
19,3 m ²	Le	0,28	1,53	6,52
	Co	0,21	0,55	2,48
21,3 m ²	Le	0,27	1,66	6,91
	Co	0,24	0,37	1,74
43,9 m ² (Testigo)	Le	0,16	0,46	1,47
	Co	0,09	2,01	5,06

Cuadro 22: Crecimiento de diferentes variables de estado de lenga y coigüe en función del área basal. Reserva Forestal Coyhaique, XI Región.
(Fuente: Vera, 1985).

Los incrementos más altos para todas las variables se produjeron con el raleo fuerte que dejó 16,7 m²/ha de área basal, 7.060 árboles/ha correspondiendo al 50% del área basal original.

Considerando los resultados obtenidos en otros ensayos de espaciamiento, Vera (1985) concluye crecimientos diametrales de 0,71 cm/año, para rodales de 17 años de edad con un distanciamiento promedio de 3 m.

Recomienda intervenir los renewales a temprana edad, dejando aproximadamente 1.300 árb/ha.

Al realizar intervenciones a temprana edad, es importante considerar según el tipo de rodal, los posibles desequilibrios en la estabilidad, que podrían producirse.

Un estudio de raleo en la Reserva Forestal Magallanes fue realizado por Rosas (s.f.). Se raleó un renewal de lenga de 42 años de edad y 15.000 árboles por hectárea con

36,3 m²/ha de área basal dejando 6.000 individuos por hectárea que correspondieron a 25,1 m². Los incrementos diametrales se presentan en el cuadro 23.

Sector	Diámetro (*) promedio	CAM antes del raleo(cm/año)	CAM 5 años desp.(cm/año)	Cam entre 5-9 años (cm/año)
Raleado	11,5	2,5	0,39	0,40
No raleado	7,9	2,2	0,22	0,21

(*): Corresponde al diámetro a la altura del tocon 9 años después del raleo.

Cuadro 23: Crecimiento anual medio diametral en renovales de lenga con y sin raleo en la Reserva Forestal Magallanes, XII Región.
(Fuente: Rosas, s.f.).

El crecimiento diametral de los árboles del sector raleado aumentó en prácticamente un 50% después de la intervención. En el sector no raleado, éste tiende a decrecer debido a la fuerte competencia.

Debido al alto número de fustes por hectárea, Rosas (s.f.) propone la extracción en dos etapas: en la primera se extraen todos los árboles moribundos o suprimidos, los que representan cerca del 70% de los individuos a cortar; en la segunda etapa se extraen todos los árboles intermedios de mala calidad, los que no tendrán futuro maderable, representando el 30% restante.

Las proposiciones de raleo anteriormente expuestas corresponden a renovales, los que debido a su alta densidad debe ser intervenidos con el fin de estimular su crecimiento. Las intensidades de intervención propuestas para edades relativamente similares difieren entre sí, por lo que no son aplicables a todos los bosques. Según las características de los bosques analizados por los diferentes autores, se puede concluir que para los renovales de lenga de Aysén, son aplicables los raleos con intensidades fuertes, partiendo de la base que en general, son menos densos que los de Magallanes. Para obtener respuestas buenas, se deben dejar al ralear 1.300 árboles por hectárea a una edad de entre 20 y 25 años.

En el caso de Magallanes, donde las densidades son muy altas y los temporales son más violentos, fuertes aperturas pueden causar desequilibrios en el sistema. En respuesta a esto se proponen intervenciones después de las cuales se dejan 2.000 a 3.000 árboles/ha al tratarse de renovales de 20 a 30 años de edad. Este sería el rango de edad óptimo para realizar la intervención, ya que a mayor edad la respuesta sería menor.

Los raleos a aplicar deben ser selectivos, dejando en pie los árboles de mejores características, definiendo así desde temprano la calidad del futuro bosque.

En bosques de lenga de tipo coetáneo, existen sectores de latizal con un alto número de individuos, donde el volumen maderable es bajo, por lo que normalmente se evita la explotación en estos sectores. En este caso, el bosque futuro debe iniciarse con mayor razón, a partir de los árboles con buen potencial (Schmidt y Urzúa, 1982). Esto significa que las intervenciones tienen como objetivo favorecer a los árboles con potencial futuro, eliminando los árboles maduros y sobremaduros que frenan el crecimiento del latizal.

Estas intervenciones, son aplicables en bosques en estado de regeneración y crecimiento óptimo, con un alto número de árboles potenciales para asegurar una densidad aceptable en el bosque después de la intervención. Según Schmidt y Urzúa (1982), se necesitan al menos 1.200 árboles/ha en estado de latizal, dejándose un número variable entre 600 y 1.200 árboles/ha. El número de árboles a dejar, se distribuye proporcionalmente según la frecuencia en la clases diamétricas entre 11 y 15 cm. Se extraen los árboles restantes tanto del latizal como los de la generación anterior. Es necesario que los árboles remanentes queden homogéneamente distribuidos, por lo que el distanciamiento medio y el área basal remanente son buenos indicadores para manejar la situación.

Los árboles remanentes, crecen 10 cm/año en altura y 0,4 cm/año en diámetro. En el cuadro se presentan algunas proyecciones de la aplicación de este tratamiento.

Fase	Volumen (m³)	Volumen Explot.		Bosque Remanente			Bosque en 40 años Vol. mad. (m³)
		No mad. (m³)	Mad. (m³)	Nº arb.	Vol. no mad. (m³)	Vol. mad. (m³)	
Reg. avanz.	453 m³	335	62	1.015	-	56	147
Crec. óptimo	459 m³	311	69	616	-	78	242

Cuadro 24: Existencia antes y después de la intervención y proyección del volumen a 40 años según fase.
(Fuente: Schmidt y Urzúa, 1982).

Para sectores de Alto Mañihuales (XI Región), Alvarez y Grosse (1978) plantean raleos en aquellos rodales cuyo diámetro medio fluctúa entre 10 y 20 cm. Esto con el fin de aprovechar la mortalidad natural y de producir un aumento en el crecimiento diametral. La intensidad de la intervención dependerá de la capacidad de respuesta del bosque y del tiempo

entre un raleo y otro. Los niveles de extracción se estimaron según el tiempo que necesita el rodal para aumentar su diámetro medio en 10 cm y su mortalidad natural durante ese período. Para un período de 30 años entre intervenciones la intensidad será de un 40%, 28% para ciclos de 20 años y 14% para ciclos de 10 años.

La aplicación de los tratamientos silviculturales presentados, considerando las restricciones y modificaciones necesarias de acuerdo a la composición estructural y condiciones ambientales de cada bosque, lo transforman en una unidad manejada rentable. Básicamente el concepto es el de transformar la estructura original a un monte alto regular de dos estratos, capaz de regenerarse naturalmente en forma abundante y homogénea.

De este bosque se obtendrán productos en todas las intervenciones como son los raleos en el estado de latizal hasta las cortas de regeneración y explotación.

Para distintas condiciones de desarrollo en rodales de lenga en Alto Mañihuales (XI Región), Alvarez y Grosse (1978) presentan en términos de las variables de estado del rodal la situación, antes y después de la extracción (Cuadro 25).

Diam. Medio Rodal (cm)	Existencias por Hectárea				
	Nº Arb.	Area Basal (m²)	Vol. Bruto (m³)	Vol. Neto (m³ as.)	Cob. (m²)
Totales Existentes					
10	1.959	2,69	2,40	-	1.234
20	973	31,93	51,87	16,60	10,287
30	498	37,33	78,31	41,33	8.498
40	258	34,13	79,91	45,87	6.338
50	132	27,34	69,00	49,96	4.441
60	69	20,08	53,87	32,52	2.968
(60)	(69)	(20,08)	(53,87)	(32,52)	(2.968)
Totales a Conservar					
10	1.175	1,62	1,47	-	739
20	587	19,20	31,13	11,73	6.173
30	196	14,93	31,38	16,53	3.404
40	107	13,60	31,91	18,31	2.524
50	51	10,98	27,74	16,46	1.778
60	28	7,94	21,31	12,87	1.756
(60)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Totales a Extraer					
10	784	1,07	0,93	-	495
20	386	12,73	20,74	7,87	4.114
30	302	22,40	46,93	24,80	5.094
40	151	20,53	48,00	27,56	3.814
50	81	16,36	41,26	24,50	2.663
60	41	12,14	32,56	19,65	1.212
(60)	(69)	(20,08)	(53,87)	(32,52)	(2.968)
Total	304	16,58	39,53	22,46	2.554

Los valores entre paréntesis corresponden a rodales que coexisten con rodales de diámetro medio igual a 10 cm.

Cuadro 25: Productividad media del bosque sometido a diferentes tratamientos. Alto Mañihuales, XI Región.
(Fuente: Alvarez y Grosse, 1978).

Con períodos de 30 años entre intervenciones se asegurará una producción sostenida con la consecuente transformación silvícola y ordenamiento de los bosques.

3.5.4 Conclusiones acerca de los tratamientos silviculturales

- Los bosques de lenga se presentan en un mosaico de situaciones, producto de los diferentes sitios y fases de desarrollo. A través del estudio de las situaciones específicas se puede establecer el esquema de manejo silvícola más recomendable para cada una de ellas.

- En términos generales estos bosques presentan cuatro fases de desarrollo: regeneración, crecimiento óptimo, envejecimiento y desmoronamiento. Se alcanza el máximo volumen en la fase de envejecimiento, por lo que aparece como la más atractiva para realizar la cosecha. En la fase de desmoronamiento los problemas fitosanitarios hacen perder el 40% o más del volumen.

- La regeneración natural de lenga, normalmente es buena, tanto en la cantidad como en la calidad. Se produce en superficies grandes abiertas y sin protección. En general durante el establecimiento de la regeneración no existen problemas de competencia con la vegetación del sotobosque.

- Los tratamientos pregerminativos ensayados para semillas de lenga, aún son escasos. Como el más adecuado aparece la inmersión en solución de Tiourea al 0,5%, durante 2 días y el remojo y mantención en frío seco durante 20 días.

- Un área completamente desconocida para la especie son sus técnicas de plantación y de viveros. Su conocimiento es de gran importancia, ya que grandes superficies de bosques deberán ser pobladas después de las quemas en la XI y XII Región.

- Las existencias de los bosques por unidad de superficie varían, en función de la distribución geográfica, los sitios y las fases de desarrollo en que se encuentren. Esto puede significar variaciones de 100 a 50.000 árboles/ha, con 25 a 75 m²/ha de área basal y volúmenes de 10 a 700 m³/ha.

- El incremento varía según la fase, el sitio y los factores densidad y estructura. En condiciones naturales el incremento en altura fluctúa entre 0,1 a 0,25 m/año y en volumen de 2,2 a 4,6 m³/ha año.

- Se define como estructura óptima de manejo el monte alto regular de dos estratos coetáneos. Este esquema se ve favorecido por la intolerancia de la especie, los factores sanitarios y la facilidad de su aplicación.

- Para conseguir esta estructura, el método de regeneración más recomendable es el de cortas sucesivas o cortas de protección. En general deben aplicarse en forma homogénea e

intensa, puesto que en los bosques con edad de explotación, la regeneración ya se encuentra establecida.

- Se debe afinar el grado del conocimiento respecto del tiempo de permanencia del dosel de protección para la regeneración.

- Para el caso de los renovales, es necesario intervenir con el fin de disminuir la densidad y estimular el crecimiento diametral individual de los árboles que permanecen.

Las intervenciones de raleo deben tener un carácter de selectivas, escogiéndose los árboles a dejar por sus características de dominancia, vigor y potencial futuro.

El número de árboles a dejar por hectárea oscila entre 1.300 y 3.000, dependiendo, principalmente de la edad del renoval y de las condiciones ambientales particulares de cada bosque.

- En los bosques naturales en la fase de crecimiento óptimo, es necesario eliminar los árboles maduros y sobremaduros que aún permanecen. Se debe ralear el estrato joven, dejando entre 600 y 1.200 árboles/ha.

- En todas las situaciones se deberá intervenir más de una vez para obtener un producto óptimo al final de la rotación.

El sistema de cortas intermedias se debe aplicar en ciclos de corta de aproximadamente 30 años. Estos llevarán al bosque a la estructura deseada.

3.6 Crecimiento

El crecimiento de los bosques de lenga varía, dependiendo de la localidad. En general, se puede indicar que, la lenga alcanza alturas promedio de 25 a 27 m, llegando hasta 30 m en sectores protegidos.

Es característico de la especie, un rápido crecimiento juvenil en altura, que en los primeros 70 años es de 25 a 35 cm/año. Posteriormente, este crecimiento disminuye a 10 cm/año entre los 90 y 100 años, a 4 cm/año entre los 140 y 150 años y a 1 cm/año entre los 190 - 200 años. Probablemente, esta fuerte disminución en el crecimiento está influenciada tanto por factores externos, principalmente el viento, como por los factores biológicos normales de pérdida de vigor al envejecer (Kalela, 1941a).

En general, los valores alcanzados por las diferentes variables de estado con la edad, difieren de una localidad a otra. Por esto, resulta interesante presentar a continuación, los trabajos de diferentes autores, realizados en áreas y para fases de desarrollo distintas. En la mayoría de los casos, se trata de estudios a nivel de árboles individuales y en otros casos, del crecimiento del rodal.

Las tablas de crecimiento construidas con las funciones representadas a continuación se encuentran en el anexo 3. También se presentan los valores alcanzados por las diferentes variables del árbol, en diferentes localidades, a la edad de 140 años que corresponde al término de la fase de envejecimiento.

Para el área de Chilpaco, en Lonquimay (IX Región), en un bosque de araucaria-lenga, con alta participación de lenga, esta especie alcanza, en promedio, a los 140 años, 24 m de altura, un diámetro de 44 cm y un volumen de 1,6 m³, a nivel del individuo (Morales, 1983).

Las respectivas funciones de crecimiento para la altura, el diámetro y volumen, se presentan en el cuadro 26.

Variable dependiente	Función
Altura	$H = 27,26129 / (1 + 15,12539 e^{(-0,00340775 E)})$
Diámetro sin corteza	$DAPsc = 266,3553 / (1 + 42,36949 e^{(0,0151895 E)})$
Volumen	$v = 27,34213 / (1 + 630,795772 e^{(0,0026365 E)})$

(H = altura en m; DAP sc = diámetro en cm; V = volumen bruto en m³; E = edad en años; e = base de logaritmos naturales (2,7182818...)).

Cuadro 26: Funciones de crecimiento en altura, diámetro y volumen para lenga en Lonquimay, IX Región (Fuente: Morales, 1983).

En la zona de Alto Palena (X Región), el crecimiento medio anual en volumen, derivado de las existencias del bosque en diferentes fases de desarrollo y de la edad de los árboles, es de 3 m³/ha año hasta los 100 años y de 2,5 m³/ha año entre los 100 y los 220 años. Este último valor corresponde al incremento en volumen cúbico aprovechable promedio de todo el ciclo.

Esta situación no considera todo el volumen que se pierde durante la competencia natural del bosque, por lo que el crecimiento real es mayor (Schmidt, 1976).

Para el área de Alto Mañihuales (XI Región), se cuenta con una serie de funciones de crecimiento construidas por Alvarez y Grosse (1979) (cuadro 27).

Variable dependiente	Función	r	S y x
Diámetro sin corteza	$DAPsc = 1/(0,0165 + 0,2209 * 0,776^{(E/10-1)})$	0,9929	2,231
Area Basal	$G = 1/(4,2519 + 551,773 * 0,6624^{(E/10-1)})$	0,9701	0,023
Altura	$H = 43,2408 - 39,7201 * 0,9582^{(E/10-1)}$	0,9986	0,353
Volumen	$V = 1/(0,4333 + 186,3116 * 0,5969^{(E/10-1)})$	0,9579	0,2716

(DAPsc = Diámetro sin corteza en cm; G = Area Basal en m²; H = Altura en m; V = Volumen en m³; E = Edad en años).

Cuadro 27: Funciones de crecimiento para diámetro, área basal, altura y volumen para lengas de Alto Mañihuales, XI Región.
(Fuente: Alvarez y Grosse, 1978).

Con estas funciones se estimaron los valores de crecimiento promedio por árbol que se presentan en el cuadro 28.

Variables	Acumulado			Valores Máximos			
	CAM	CAP		CAM	Edad	CAP	Edad
Diámetro (cm)	40,17	0,29	0,36	0,29	160	0,38	120
Area Basal (m ²)	0,1458	0,0010	0,0024	0,0012	160-180	0,0024	140
Altura total (m)	20,4	0,1460	0,1016	0,26	20	0,16	20
Volumen (m ³)	1,5133	0,108	0,290	0,0122	160	0,0311	120

Cuadro 28: Valores alcanzados por las diferentes variables del árbol a la edad de 140 años y valores máximos de crecimiento anual medio (CAM) y crecimiento anual periódico (CAP) con su edad correspondiente. Alto Mañihuales, XI Región.
(Fuente: Alvarez y Grosse, 1978).

En el área del Río Norte (XI Región), Alfaro (1982) estudió el crecimiento de la lenga, generando las funciones que aparecen en el cuadro 29.

Variable	Función	r	n
DAPcc	$0,0950722 E^{1,15828}$	0,9797	95
G	$0,0000006 E^{2,3197703}$	0,9792	95
IMAG	$0,0000006 E^{1,31646}$	0,9276	95
IPAG	$0,0000348 E^{1,311768}$	0,9081	85
H	$0,2354482 E^{0,8437643}$	0,9039	95
IMAH	$0,1076114 + 0,0007299E - 0,0000038 E^2$	0,7056	95
IPAH	$0,25984494 E^{-1,0480537}$	0,6916	85
V	$0,000000093456 E^{3,1367399}$	0,9825	96
IMAV	$0,000000093456 E^{2,1368364}$	0,9635	96
IPAV	$0,111206401 + 0,0032678 E + 0,000004163 E^2$	0,8708	86

(DAPcc = diámetro con corteza en cm; G = área basal en m²; IMAG = incremento medio anual en área basal en m²/año; IPAG = incremento periódico en área basal en m²/año; H = altura total en m; IMAH = incremento medio anual en altura m/año; IPAH = incremento periódico anual en altura en m/año; V = volumen en m³; IMAV = incremento medio anual en volumen en m³/año; IPAV = incremento periódico anual en altura en m³/año; E = edad en años).

Cuadro 29: Funciones de crecimiento para diferentes variables del árbol. Sector Río Negro, XI Región.
(Fuente: Alfaro, 1982).

Con estas funciones, se calcularon los valores alcanzados por distintas variables de estado a una edad de 140 años (cuadro 30).

Variable	Acumulado	CAM	CAP
Diámetro (cm)	29,10	-	-
Area Basal (m ²)	0,06631	0,00040	0,02277
Altura (m)	15,23	13,51	2,93
Volumen (m ³)	0,50403	0,00360	0,02436

Cuadro 30: Valores estimados con modelos de crecimiento para diferentes variables de estado del árbol a la edad de 140 años. Río Norte, XI Región.
(Fuente: Alfaro, 1982).

Para bosques del sector Mano Negro, también en la XI Región, Alfaro (1982) construyó las funciones de crecimiento presentadas en el cuadro 31.

Variable	Función	r	n
DAPcc	$0,05082515 E^{1,3427585}$	0,9630	74
G	$0,00000021367 E^{2,6768159}$	0,9637	74
IMAG	$0,000002285 E^{1,6609461}$	0,9132	74
IRAG	$0,0000006224 E^{1,6551549}$	0,8893	64
H	$0,868335 E^{1,0656747}$	0,9707	74
IMAH	$0,095389171 + 0,001522445 E + 0,0000086 E^2$	0,6864	74
IPAH	$0,176604373 + 0,00026994 E - 0,000006476 E^2$	0,6806	68
V	$0,00000003965 E^{3,4407301}$	0,9770	87
IMAV	$0,00000005692 E^{2,3660508}$	0,9474	77
IPAV	$0,00483548 + 0,000137247 E + 0,0000005048 E^2$	0,9484	67

(Ver el significado de las variables en el cuadro 29).

Cuadro 31: Funciones de crecimiento para diferentes variables del árbol de lenga en Mano Negro, XI Región.
(Fuente: Alfaro, 1982).

Los valores alcanzados por las lengas en Mano Negra a los 220 años, se entregan en el cuadro 32; se calcularon con las funciones presentadas en el cuadro 31.

Variable	Acumulado	CAM	CAP
Diámetro (cm)	38,71	-	-
Area Basal (m ²)	0,11872	0,00084	0,00222
Altura (m)	20,18	13,95	4,83
Volumen (m ³)	0,96044	0,00681	0,02405

Cuadro 32: Valores alcanzados por las diferentes variables de estado del árbol a la edad de 220 años en Mano Negra, XI Región.
(Fuente: Alfaro, 1982).

Una tercera localidad de la XI Región, estudiada por Alfaro (1982), es la de Lago Largo, para la cual también construyó funciones de crecimiento (cuadro 33).

Variable	Función	r	n
DAPcc	$0,413023304 + 0,136203182 E + 0,001263904 E^2$	0,9765	69
G	$0,00000030657 E^{2,6415246}$	0,9612	69
IMAG	$0,0000368256 + 0,00000005481 E^2$	0,9390	69
IPAG	$0,000000484 E^{1,751156}$	0,9318	59
H	$4,245902862 + 1,26320779 E$	0,9414	69
IMAH	$0,097067309 + 0,001565666 E + 0,0000080772 E^2$	0,5444	69
IPAH	$11,6870867 + 0,24114816 E - 0,0018978 E^2$	0,6242	66
V	$0,00000003625 E^{3,4977762}$	9,9795	75
IMAV	$0,00000003625 E^{2,4983876}$	0,9610	75
IPAV	$0,0000013395 E^{2,649949}$	0,9606	65

(Ver el significado de las variables en el cuadro 29).

Cuadro 33: Funciones de crecimiento para diferentes variables del árbol. Lago Largo, XI Región.
(Fuente: Alfaro, 1982).

Con estas funciones se calcularon los valores alcanzados por las lengas a los 140 años (cuadro 34).

Variable	Acumulado	CAM	CAP
Diámetro (m)	44,25	-	-
Area Basal (m ²)	0,08729	0,00034	0,00277
Altura (m)	21,73	15,79	8,25
Volumen (m ³)	1,16408	0,00835	0,65174

Cuadro 34: Valores alcanzados por las distintas variables de estado de árbol a la edad de 140 años en Lago Largo, XI Región.
(Fuente: Alfaro, 1982).

Las funciones para las localidades de Río Norte, Mano Negra y Lago Largo, entregadas por Alfaro (1982) presentan algunas limitaciones. En especial los modelos de incremento anual medio y periódico, ya que presentan una tendencia siempre creciente. En la realidad esto no ocurre, ya que, después de cierta edad, los incrementos decaen, de acuerdo a las rotaciones biológicas de las especies.

Los modelos de crecimiento presentados son útiles, aunque es conveniente acotarlos a ciertos rangos de edad, ya que, sobreestiman para edades altas.

En el área de Skyring, XII Región, los árboles en rodales sin manejo tienen un incremento diametral medio de 1,7 mm/año. También se encuentran individuos cuyos promedios son superiores a los 4 mm/año, lo que estaría indicando que con tratamientos silviculturales, como clareos y raleos, se puede mejorar sustancialmente el crecimiento de estos bosques. El incremento en área basal es de 0,503 m²/ha año, con un mínimo de 0,336 m²/ha año y un máximo de 0,752 m²/ha año y el incremento volumétrico promedio es de 3,15 m³/ha año con un mínimo de 2,2 m³/ha año y un máximo de 4,6 m³/ha año. La mayor participación en el incremento volumétrico del rodal se obtiene en árboles entre las clases diamétricas de 20 a 60 cm (Urzúa, 1981).

Este autor también entrega algunas funciones de crecimiento individual promedio, las que se presentan en el cuadro 35.

Variable	Función	r	s	n
Diámetro	$DAP = -2,83456 + 0,19357 E$	0,9301	4,042	3.120
Altura	$H = 1 / (1,017245 e^{(-0,0405 E)} + 0,060561)$	-	-	-
Volumen	$V = 0,005386092 - 0,0007244145 E + 0,00002260243 E^2$	0,8643	0,1272	3.120

(DAP = diámetro en cm; H = altura en m; V = volumen en m³; E = edad en años; e = base de logaritmos naturales (2,7182818...)).

Cuadro 35: Funciones de crecimiento, altura y volumen para lenga en Skyring, XII Región. (Fuente: Urzúa, 1981).

Según estas funciones, el crecimiento diametral es constante lo que se debe a los datos con que fue construido el modelo. Esto se opone a lo esperado, asumiendo que el incremento debiera ir decreciendo con la edad.

Según estas funciones, a los 250 años se alcanzan alturas promedio de 16 m. Esto es una subestimación, ya que existen ejemplares capaces de alcanzar hasta 27 m. La altura dominante corresponde aproximadamente a 21 m, y los volúmenes por árbol a 1,2 m³. La función también subestima el volumen por árbol quedando éste en sólo 0,34 m³.

El crecimiento de rodales en distintas fases de desarrollo fue estimado por Urzúa, 1981 (cuadro 36).

Fase de desarrollo	Tipo estruc.	Area basal			Volumen		
		Max. - Min. (m ² /ha - año)			Max. - Min. (m ³ /ha - año)		
Regeneración	A	0,42	0,47	0,33	2,7	3,1	2,2
Crecimiento óptimo	B	0,51	-	-	3,2	-	-
	C	-	-	-	2,9	4,6	3,5
Envejecimiento	E	0,44	0,51	0,37	2,8	3,3	2,4

Cuadro 36: Incremento en área basal y volumen por hectárea en bosques de lenga en Skyring, XII Región.
(Fuente: Urzúa, 1981).

El tipo de estructura "C" corresponde al final del crecimiento óptimo o inicios del envejecimiento, que es el momento en que el crecimiento volumétrico alcanza su máximo valor. Posteriormente decae fuertemente.

El crecimiento de lenga baja en las regiones más australes. Esto se explica por causa ambientales, como son períodos vegetacionales más cortos y la presencia de sitios más pobres. Por esto las rotaciones biológicas son más largas en el extremo sur que en el área norte de la distribución de la especie.

También existen diferencias de sitio en localidades cercanas, condicionadas principalmente por factores topográficos. Este es el caso de las áreas de Mano Negra, Río Norte y Lago Largo, que estando relativamente cercas unas de otras, muestran diferencias en el crecimiento.

El crecimiento en diámetro y altura de renovales de lenga está influenciado por la luz que reciben los árboles.

Para una situación de monte bravo en el área de Monte Alto (XII Región) originada por explotaciones, quedando coberturas de 14, 30 y 45%, se compararon los crecimientos.

Los mejores crecimientos se obtuvieron en áreas de menor cobertura, demostrándose la baja tolerancia de la especie (cuadro 37). El crecimiento también está condicionado por el tamaño y el vigor de los árboles, encontrándose mayores incrementos en altura y diámetro en los individuos más vigorosos y grandes (Uriarte, 1987).

Cobertura (%)	Altura (m)	CAP (cm/año)	CAM (cm/año)	Diámetro (cm)	CAP (mm/año)	CAM (mm/año)
14	5,31	25,50	19,79	6,03	2,78	2,24
30	3,88	24,42	15,82	4,42	2,64	1,78
45	3,25	14,36	12,59	3,89	2,02	1,51
Sin intervención	1,33	6,54	5,84	2,98	1,50	1,40

Cuadro 37: Valores de altura y diámetro con sus respectivos crecimientos anuales periódicos (CAP) y medio (CAM) a los 30 años, para renovales de lenga bajo diferentes grados de cobertura en Monte Alto, XII Región.
(Fuente: Uriarte, 1987).

Uriarte, agrega que la culminación del crecimiento en altura se produce en forma temprana, entre los 20 y 25 años, dependiendo del grado de cobertura. Así corrobora los resultados de Alvarez y Grosse (1978) donde el máximo incremento anual periódico en altura se alcanza a los 20 años. Esto se puede observar en todos los bosques de lenga y en general en especies de baja tolerancia (Assman, 1970).

En Argentina, la información existente se refiere al incremento volumétrico por hectárea, y proviene de los bosques Andinos de lenga en la provincia de Río Negro y de la zona de Lago Fagnano. Incluye bosques de lenga puro y bosques de lenga-coigüe de Magallanes. En general los incrementos se mantienen en los mismos rangos de los bosques en Chile, es decir, entre 2 y 3 m³/ha año (cuadro 38).

Localidad	CAP (m ³ /ha - año)			CAM (m ³ /ha - año)		
	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo
Lago Masecardi ⁽¹⁾	7,94	9,00	6,56	2,58	3,3	1,71
Lago Fagnano I ⁽²⁾	6,10	7,67	4,47	2,42	2,89	1,71
Lago Fagnano II ⁽²⁾	6,38	12,8	1,75	2,23	2,23	0,5

(Lago Fagnano I: bosque de lenga puro; Lago Fagnano II: bosque de lenga-coigüe de Magallanes -sólo crecimiento de lenga-).

Cuadro 38: Crecimientos volumétricos de bosques de lenga argentinos en diferentes localidades.
(Fuente: (1) Alonso, et al, 1986; (2) Mutarelli y Orfila, 1969).

4. UTILIZACION DE LA LENGA

4.1 Características de la madera

Desde el punto de vista macroscópico, la albura de lenga presenta un color blanquecino-amarillento y el duramen una tonalidad café-crema (Bernath, 1939). Por otra parte, Torres (1971) indica que presenta una tonalidad parecida al coigüe, es decir, castaño pálido con tonalidades rosadas, aunque un poco más pálida, con anillos de crecimiento visibles, tratándose de una madera semi-pesada o semi-dura y durable.

Según Verein Deutscher Holzeinfuhrhäuser (1979) la albura tiene un color de gris claro hasta café, con hasta 3 cm de ancho. El duramen, apenas distinguible de la albura, es de rosado pálido hasta café-amarillento claro y de brillo opaco. Las diferencias de color entre la albura y duramen son más notorias en madera verde.

Microscópicamente, se trata de una madera con anillos de crecimiento bien diferenciados, de porosidad difusa con poros solitarios. Los vasos tienen placa de perforación simple inclinada, engrosamientos espiralados, puntuaciones intervasculares opuestas y alternas. Los radios leñosos son homogéneos, el parénquima longitudinal es apotraqueal difuso o terminal y las fibras leñosas son simples (Torres, 1971; Verein Deutscher Holzeinfuhrhäuser, 1979).

La densidad de la madera de lenga es de 0,51 a 0,57 al 12% de contenido de humedad (Altamirano, 1984). Presenta una contracción volumétrica del 12% y probablemente es afectada por colapso de mediana intensidad (Díaz-Vaz et al., s.f.). Altamirano (1984) agrega que posee grano derecho, textura fina homogénea, durabilidad moderada y dureza suave.

Por su parte, Díaz-Vaz et al. (s.f.) indican que la dureza es de 360 kg y que tiene una durabilidad natural entre 5 y 15 años en usos exteriores. Como elemento interior, sin contacto con suelo orgánico, esta duración es mayor y frente al ataque específico de hongos se la clasifica como resistente.

En cuanto a las propiedades mecánicas, Díaz-Vaz et al. (s.f.) indican que es una madera de resistencia mediana. Las diferentes propiedades de lenga proveniente de Aysén y Magallanes, según Pérez et al. (1975), se presentan en el cuadro 39. Se incluyen también las propiedades de Raulí y Pino insigne a modo de comparación.

Especie	Peso Espec.	Flexión		Compresión						Tracción Normal		Dureza		Cizalle		Clivaje		Extracción de clavo	
				Paralela			Normal			Tang.	Rad.	Paral. Norm.	Tang. Rad.	Tang. Rad.	Tang. Rad.	Paral. Norm.	Paral. Norm.	Paral. Norm.	Paral. Norm.
		(Kg/cm ²)	Fatiga lim. (Kg/cm ²)	Mod. rot. (Kg/cm ²)	Mod. elast. (Ton/cm ²)	Fatiga lim. (Kg/cm ²)	Fatiga máx. (Kg/cm ²)	Mod. elast. (Ton/cm ²)	Fatiga lim. (Kg/cm ²)	Fatiga máx. (Kg/cm ²)	Fatiga rotura (Kg)	Carga máxima (Kg/cm ²)	Fatiga rotura (Kg/cm ²)	Fatiga rotura (Kg/cm ²)	Fatiga rotura (Kg/cm ²)	Fatiga rotura (Kg/cm ²)	Carga máxima (Kg)		
Lenga ¹	540	489	917	104,6	259	432	108,9	72	139	47	31	556	387	120	96	73	51	81	131
Lenga ²	505	436	836	97,6	263	428	100,7	70	131	72	55	508	338	108	90	74	56	67	102
Raül	-	515	790	100,5	320	455	123,1	85	-	55	35	505	415	111	111	-	-	-	-
Pino	450	372	657	85,2	185	370	93,7	-	-	-	-	290	207	76	68	45	33	28	41

(1) Lenga proveniente de Aysén.

(2) Lenga proveniente de Magallanes

Cuadro 39: Propiedades de la lenga comparada con las de raül y *Pinus radiata*, seco al aire (12% de contenido de humedad; según Pérez et al., 1975).

De la comparación se concluye que en cuanto a sus características de resistencia, lenga presenta valores relativamente similares a raül y superiores a los de Pino insignie.

4.2 Tratamientos a la madera

El secado al aire es bastante lento. Según Díaz-Vaz et al. (s.f.), se necesitan al menos 2 años para llevar piezas de una pulgada de espesor a un contenido de humedad entre 25 y 35%.

El secado artificial presenta mediana dificultad. Los principales defectos corresponden a deformaciones y colapso, por lo que la temperatura promedio recomendable no debe ser superior a los 65°C (Díaz-Vaz et al, s.f.).

Por otro lado el Instituto Forestal (1987b) indica que es una madera, en general, de fácil secado presentando algunas alteraciones moderadas como es la presencia de cierto colapso y deformaciones en la zona de los nudos. Propone el secado por deshumidificación, que puede ser interesante por el bajo costo de inversión y permite secar volúmenes más bien pequeños, situación que corresponde al común de los productores de lenga. Este proceso se desarrolla con una temperatura máxima de 40°C y con tiempos de secado de 14 días para piezas de 25 mm de espesor y de 28 días para las de 50 mm de espesor. Así disminuye el contenido de humedad desde 53% a 12% y de 45% a 14% respectivamente.

Los defectos de mayor significancia que se presentan en este proceso corresponden a la presencia de acanaladura, encurvadura y arqueadura. No se presentan grietas y rajaduras de importancia.

En los procesos de preservación, esta especie presenta escasa absorción en tratamientos de inmersión. Mediante procesos a presión es posible alcanzar absorciones cercanas a los 300 litros/m³ en albura y 40 litros/m³ en duramen, en los cuales la penetración de preservantes es irregular (Díaz-Vaz et al., s.f.).

La lenga produce una madera muy fácil de trabajar, que se puede encolar, barnizar y pintar sin dificultad. Se le considera, en cuanto a su trabajabilidad, similar a la madera de raulí.

4.3. Usos de la madera

Por su facilidad de trabajo y las excelentes terminaciones que se pueden lograr, esta madera es muy apreciada para la construcción, revestimientos interiores y exteriores, vigas, techos, cerchas, pisos, puertas, ventanas y carpintería, especialmente en la fabricación de muebles.

También se pueden producir chapas y tableros contrachapados de excelente calidad, lo que unido a las características de color y veteado la transforma en una especie de alto valor comercial. Otros usos de esta madera son: embalajes, yugos, barriles, cajones, envases y palos de escoba (Bernath, 1939; Torres, 1971; Verein Deutscher Holzeinfuhrhäuser, 1979; Díaz-Vaz et al., s.f.).

4.4 Producción

Básicamente la lenga se emplea para producir madera aserrada. Los rollizos que constituyen la materia prima que abastece a los aserraderos son de diferentes longitudes, de acuerdo a las preferencias y necesidades del producto. Pueden ser de 12, 14 ó 16 pies (3,65; 4,25 ó 4,88 m) de largo y de diámetros diversos (Conaf, 1983).

Existen diferentes tipos de productos obtenidos de los bosques de lenga, con diferentes grados de elaboración como:

- Basas y cuartones: producidos en pequeños aserraderos de montaña, con el propósito de abaratar costos de transporte, desde el bosque al centro de elaboración.
- Madera aserrada: producida en variadas dimensiones y empleada en diferentes usos, ya sean estructurales o de mayor elaboración.
- Madera elaborada: se le emplea para la producción de puertas, ventanas, muebles, cornisas, guardapolvos, esquineros, tapajuntas, machimbres, tinglados, etc.

Además, existen otros productos, que no tienen el grado de industrialización de los anteriores:

- **Rajones para leña:** piezas de madera de aproximadamente 8 pulgadas (20,3 cm) de diámetro y de 7 pies (2,1 m) de largo, originada de un árbol partido.
- **Tacos:** también es utilizado como combustible y corresponde a la décima parte de un rajón de leña.
- **Postes:** por lo general poseen una sección cilíndrica y son de mejor calidad que el rajón. Las dimensiones varían de 8 pulgadas o más en diámetro y 7 pies o más en longitud, lo que depende del uso al que se destine, como cercos o soportes de galerías de minas.

La madera elaborada, rajones, tacos y postes se distribuyen en el mercado local. La madera aserrada es el principal producto y se destina tanto al mercado nacional como a las exportaciones.

La producción de madera aserrada de lenga en 1986, según el Instituto Forestal (1987), fue de 30.300 m³, lo que corresponde a sólo el 1,5% de la producción nacional. En cuanto al volumen de producción ocupa el quinto lugar después del Pino insignie, tepa, coigüe y roble.

De la producción de madera aserrada de lenga, el 99% proviene de las regiones XI y XII, y en éstas representa el 88% y 95% respectivamente, de la producción maderera regional (Instituto Forestal, 1986 y 1987).

En el cuadro 40 se presenta la evolución de la producción de madera aserrada de lenga en el período 1979-1986, segregada por las regiones XI y XII. Las demás regiones, no se consideraron por su baja participación (1%) en el total. En general se observa que el volumen producido es relativamente estable, variando de 26 a 32 mil metros cúbicos por año. Existen algunos puntos máximos, del orden de 35 mil m³/año en los años 1980 y 1985. El del año 1985 se debe a un mayor monto en la producción de la XI Región. La XII Región presenta una producción relativamente constante del orden de 23 mil m³/año, mostrando una leve tendencia hacia el aumento en el año 1985, donde se alcanza un volumen similar al "peak" de 1980.

Esta tendencia está dada, entre otros factores, por el mejoramiento tecnológico y la agrupación de productores regionales.

Año	Producción (miles de m³)				Total (100%)
	XI	(%)	XII	(%)	
1979	10,3	32,4	21,6	67,6	31,9
1980	9,2	26,5	25,6	73,5	34,8
1981	4,7	17,2	22,8	82,8	27,5
1982	6,2	22,8	21,2	77,2	27,4
1983	2,8	10,9	23,3	89,1	26,1
1984	5,4	19,6	22,2	80,4	27,6
1985	11,7	33,6	23,0	66,4	34,7
1986	5,1	16,6	25,4	83,4	30,5

Cuadro 40: Producción de madera aserrada de lenga por región.
(Fuente: Conaf, 1983; Infor, 1987a).

La XII Región es la principal productora de madera de lenga, participando con un 65% al 89% de la producción total.

4.5 Exportaciones

Las exportaciones de lenga consisten exclusivamente de madera aserrada. Algunas empresas locales de la XII Región han intentado vender la materia prima en forma de rollizos, sin embargo, esta alternativa ha fracasado, debido a que los mercados interesados exigen una calidad mayor a la que se encuentra en los bosques.

En el cuadro 41, se presenta la evolución del volumen de exportaciones de madera aserrada de lenga, de la XII Región. Se observa que los volúmenes sufren fuertes fluctuaciones de un año al otro.

Año	Producción		Exportación		Produc.	Retorno	Países Import.
	(pies mad.)	(m³)	(pies mad.)	(m³)	Exp. %	(US\$)	
1968			691.105	1.631			
1970			858.492	2.026		104.109	
1971			629.479	1.486		860.645	
1972			163.666	386			
1973			203.634	481			
1974			250.230	591			A, D, I
1975			1.172.462	2.767			A, D, I
1976	5.672.233	13.386	734.800	1.734	13,0		A, I, E, V
1977	7.141.338	16.854	119.125	281	1,7	41.571	A, I
1978	7.849.166	18.524	222.770	526	2,0		A, D, I, H
1979	9.139.340	21.569	1.094.660	2.583	12,0		A, D, I, H
1980	10.839.582	25.581	1.584.132	3.739	14,6	818.152	A, D, I
1981	9.645.743	22.764	156.122	368	1,6		A, D, I
1982	8.965.900	21.160	54.276	128	0,6	24.733	D, I
1983	9.858.856	23.267	252.187	595	2,6	93.314	A
1984	9.401.800	22.188	933.806	2.201	9,9	403.391	A, I, U
1985	9.762.750	23.040	381.440	900	3,9	170.287	A, U, J, IT
1986	10.775.438	25.430	899.381	2.122	8,3	414.756	A, U, C

A: Argentina
D: Alemania
I: Inglaterra

H: Holanda
U: U.S.A
J: Japón

E: España
V: Venezuela

IT: Italia
C: Canadá

Cuadro 41: Evolución del volumen de madera aserrada de lenga exportada en la XII Región.
(Fuente: Conaf, 1983, actualizada).

Según Conaf (1983), la causa principal de las variaciones en la demanda, se debe a la casi total dependencia del mercado argentino, el que ha estado influenciado por algunas crisis de tipo político, económico y geopolítico que afectan el normal intercambio comercial.

A pesar de esto, Argentina sigue siendo el principal comprador, lo que se da por la cercanía a los centros de consumo y baja exigencia en cuanto a calidad (Conaf, 1983).

Otro mercado tradicional ha sido Inglaterra (Islas Malvinas o Falkland) con un volumen poco importante.

Existen otros mercados de menos importancia como Alemania Federal, Holanda, Venezuela y España. Los tres últimos en forma esporádica.

El retorno que producen estas exportaciones es bajo en relación al total de las exportaciones forestales del país, pero es importante como fuente de divisas regionales.

Durante el año 1980 en la XII Región, el retorno alcanzó US\$ 818.157, siendo el valor máximo alcanzado hasta la fecha. En esa ocasión la exportación de madera correspondió al 15% de la producción regional, disminuyendo posteriormente para llegar al 2,6% de la producción en 1983, con un retorno de apenas US\$ 93.314 (Conaf, 1983). En los años siguientes, se han presentado ciertas variaciones de un año a otro, para alcanzar en 1986 a US\$ 414.756, lo que corresponde al 8,3% de la producción regional.

Se puede mejorar el nivel de las exportaciones, tanto en volumen como en retorno, a través de la diversificación de productos. Es posible ampliar el mercado con la exportación de madera elaborada, lo que se ha estado intentando en los últimos años en pequeñas cantidades, especialmente fabricando molduras. El principal factor a desarrollar para lograr el aumento de las exportaciones, tanto de madera aserrada como elaborada, es la tecnología necesaria, ya que los mercados son extremadamente exigentes con respecto a la calidad y el dimensionamiento de las piezas.

También existe la factibilidad de producir astillas, las que pueden ser exportadas a países industrializados, o bien incorporando nuevas tecnologías locales destinadas a la producción de tableros y celulosa.

Por otro lado, al concretarse el manejo de los bosques de lenga, la calidad de este en el futuro será muy superior a la actual, con lo cual se abren posibilidades para la producción en gran escala de chapas y tableros contrachapados. Esta se agregaría a las exportaciones y a un mejor rendimiento en la producción de madera aserrada.

4.6 Precios

Los niveles de precio de la madera aserrada de lenga exportada, aumentaron a partir de 1978 para todas las categorías alcanzando el máximo en 1981, para posteriormente descender bruscamente, en el caso de la calidad E2, que en 1985 alcanzó un valor similar al de 1979. La madera que presenta las menores variaciones es la de calidad E1. La información detallada de los precios según el Instituto Forestal (1987) se presenta en el cuadro 42.

Año	Precio Nominal por calidad (US\$ FOB/m ³)			
	E1	E2	E3	F/C
1978		116	81	129
1979	159	154	113	161
1980	203	203	133	198
1981	232	236	161	245
1982	224	240	132	212
1983	211		103	210
1984	214	213	126	175
1985	221	119	107	177
1986	192	138	103	160

(F/C: Fuera de clasificación).

Cuadro 42: Variación del precio nominal de la madera aserrada de lenga por calidad.
(Fuente: Infor, 1987).

Los precios de exportación de la madera aserrada de lenga han sido generalmente bajos, si se compara su calidad con las de otras especies. Los precios podrían mejorar considerablemente, si se aumentara la calidad de la materia prima a través del manejo de los bosques, y si se mejorara la calidad y aumentara la diversificación de los productos, incluyendo nuevas tecnologías.

4.7 Conclusiones acerca de la utilización de la lenga

- Las características estéticas y sus propiedades mecánicas, hacen de la madera de lenga un material apto para una gran variedad de usos.
- La producción de lenga consiste principalmente de madera aserrada y proviene básicamente de las XI y XII regiones, donde constituye el principal factor productivo de la actividad forestal.
- La exportación de madera aserrada de lenga se destina principalmente a Argentina, y secundariamente a Inglaterra. Mercados de menor importancia, son Alemania y esporádicamente Venezuela, Holanda y España.
- El volumen y retorno de exportaciones ha sufrido fuertes fluctuaciones, dado principalmente por la inestabilidad económica y política del principal mercado que es Argentina.

- A pesar que el retorno por exportaciones es generalmente bajo en relación al total nacional, constituye una importante fuente de divisas para las empresas regionales.
- El nivel de precios es fluctuante y en general bajo para la calidad de la madera de lenga.
- Con la implementación del manejo de los bosques de lenga y la creación de nuevas tecnologías se mejoraría considerablemente la producción y la calidad de los productos, pudiéndose diversificar la producción, con el consecuente aumento en las exportaciones y en los precios.

5. BIBLIOGRAFIA

- ALFARO, O. (1982): Estudio de crecimiento en lenga, en las masas forestales más importantes de la XI Región, Aysén. U. de Chile. Fac. Cs. Agr., Vet. y For. Escuela Cs. Forestales. Stgo. Chile. Tesis Ing. Forestal. 225 p.
- ALMEYDA, E. y F. Saez (1958): Recopilación de datos climáticos y mapas sinópticos respectivos. Min. de Agricultura. Depto. Tec. Interam. Coop. Agric. Proyecto 14. Stgo, Chile. 195 p.
- ALONSO, O.; E. Mutarelli y E. Orfila (1968): Resultados de los tres primeros años del plan de Investigaciones silviculturales y dasométricos necesarios para la organización económica de los bosques subantárticos argentinos. Rev. For. Argentina. 12(1): 3-23.
- ALTAMIRANO, H. (1984): Catálogo de maderas chilenas. Hardwoods from Chile. 10 fichas.
- ALVAREZ, S. y H. Grosse (1978): Antecedentes generales y análisis para el manejo de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser) en Alto Mañihuales, Aysén, Univ. de Chile. Fac. Cs. Forestales. Stgo. Chile. Tesis Ing. Forestal. 144 p.
- ASSMAN, E. (1970): The principles of forest yield study. Studies on the Organic production, Structure, Increment and Yield of Forest Stands. Pergamon Press. Oxford. 506 p.
- BERNATH, E. (1939): Las hayas australes o antárticas de Chile. Ed. Ercilla. 43 p.
- BURSCHEL, P; C. Gallegos; O. Martínez y W. Moll (1976): Composición y dinámica regenerativa de un bosque virgen mixto de Raulí y Coigüe. Bosque 1(2): 55-74.
- CONAF (1978): Antecedentes forestales de la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. Corporación Nacional Forestal. Min. de Agricultura Chile. 142 p.
- CONAF (1983): Diagnóstico del sector productivo y exportador forestal de la XII Región. Corporación Nacional Forestal XII Región. Programa Fomento y Control Forestal. Punta Arenas, Chile. 29 p.
- CONTRERAS, H. et al. (1975): Informe sobre la primera etapa del proyecto sobre reforestación en la precordillera patagónica. (Cuadrángulos Rubens y Skyring). Stgo. Universidad de Chile, Fac. Cs. Forestales; Corporación Nacional Forestal y Of. Reg. Plan. de Magallanes. 76 p.
- DI CASTRI, F. y E. Hajek (1976): Bioclimatología de Chile. Univ. Católica de Chile, Vicerrectoría académica. Stgo. 128 p.

- DIAZ, C.; C. Avilés y R. Roberts (1960): Los grandes grupos de suelos de la provincia de Magallanes. Agricultura Técnica XIX-XX: 227-308.
- DIAZ-VAZ, J.E.; Devlieger; H. Poblete y R. Juacida (s.f.) Maderas comerciales de Chile. Chilean Commercial Woods. Corporación Nacional Forestal, X Región. Univ. Austral de Chile. Ed. Alborada 78 p.
- DONOSO, C. (1978a): Dendrología. Árboles y arbustos chilenos. Univ. de Chile. Fac. Cs. Forestales, Stgo. Manual N°2. Segunda edición. 142 p.
- DONOSO, C. (1978b): La silvicultura de **Nothofagus** en Chile. Depto. Silvicultura y conservación, U. de California, Berkeley, Cal. USA. 102 pp.
- DONOSO, C. (1981): Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Investigación y desarrollo forestal. CONAF/PNUD/FAO. Stgo. Documento de Trabajo N°38. 82 p.
- FUENZALIDA, H. (1965): Clima. En: Geografía económica de Chile. Texto refundido. Corporación de fomento de la producción. pp: 228-267.
- FUENZALIDA, S. (1975): Tabla local de volumen cúbico para lenga, **Nothofagus pumilio**. Skyring, Magallanes. Instituto Forestal. Stgo., Chile. Informe Técnico N°49. 21 p.
- GAJARDO, R. (1976): Vegetación. En: Informe Forestal de la Región de Alto Palena y Chaitén. Univ. de Chile, Fac. de Cs. Forestales. Stgo., Chile. Mimeografiado.
- GAJARDO, R. (1983): Sistema básico de Clasificación de la vegetación nativa chilena. Univ. de Chile, Fac. Cs. Agr., Vet. y For. Corporación Nacional Forestal. Stgo., Chile.
- GANDARA, E. (1979): Tabla local de volumen cúbico para lenga. (**Nothofagus pumilio**). Corporación Nacional Forestal, XI Región. Mecnografiado. pp. 47-56.
- GARRIDO, F. (1981): Los sistemas silviculturales aplicables a los bosques nativos chilenos. Investigación y desarrollo forestal. CONAF/PNUD/FAO. Documento de trabajo N°39. 110 p.
- GARRIDO, R. (1983): Legislación forestal y maderera. Tributación forestal. 193 p.
- GROSSE, H. y M. Bourke (1987): La regeneración de Raulí. Instituto Forestal. Corporación de Fomento de la Producción. Concepción, Chile. 84 p.
- INSTITUTO FORESTAL (1986): La industria del aserrío. Instituto Forestal. Corporación de fomento de la producción. Stgo., Chile. Serie Informática N°35. 79 p.
- INSTITUTO FORESTAL (1987): a. Estadísticas forestales. 1986. Instituto Forestal. Corporación

de fomento de la producción. Stgo., Chile. Boletín Estadístico N°1. 100 p.

- INSTITUTO FORESTAL (1987): b. Secado por deshumidificación de especies madereras de interés comercial. Parte I: Pino insigné, Coigüe, Tepa y Lenga. Instituto Forestal. Corporación de fomento de la producción. Stgo., Chile. Informe Técnico N°100. 111 p.
- IREN (1979): Perspectivas de desarrollo de los recursos naturales de la XI Región, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Publ. 26. Vols. 2 y 5.
- KALELA, E. (1941): a. Über die Entwicklung der herrschenden Bäume in den Beständen verschiedener Waldtypen Ostpatagoniens. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae. Series A. IV Biologica* 2. Helsinki. 71 p.
- KALELA, E. (1941): b. Über die Holzarten und die durch die klimatischen Verhältnisse verursachten Holzartenwechsel in den Wäldern Ostpatagoniens. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae. Series A. IV Biologica* 3. Helsinki. 151 p.
- MARTINEZ, O. (1965): Composición del bosque natural andino de la provincia de Valdivia. Univ. Austral. Valdivia, Chile. Tesis Ing. Forestal. 109 p.
- MARTINEZ, O. (1985): Aspectos de la flora y vegetación del Parque Nacional "Vicente Pérez Rosales" (Llanquihue, Chile). *Bosque* 6(2): 83-92.
- MERINO, R. (1979): Determinación de índice de sitio y variables de producción para bosques de lenga en Magallanes. *Ciencias Forestales* 1(3): 47-56.
- MORALES, J. (1983): Estudio de crecimiento de *Nothofagus pumilio* (Lenga), en un bosque virgen de *Araucaria araucana* - *Nothofagus pumilio* (Araucaria-Lenga) en el sector de Lonquimay, IX Región. Univ. de Chile. Fac. Cs. Agr., Vet. y For. Esc. Cs. Forestales. Stgo., Chile. Tesis Ing. Forestal. 81 p.
- MUÑOZ, M. (1980): Flora del parque nacional Puyehue. Ed. Universitaria. 557 p.
- MUTARELLI, E. y E. Orfila (1969): Los bosques de Tierra del Fuego y los primeros ensayos de tratamientos para su regeneración, conducción y organización. *Rev. For. Argentina*. 13(4): 125-137.
- MUTARELLI, E. y E. Orfila (1971): Observaciones sobre la regeneración de lenga en parcelas experimentales del Lago Mascaradi, Argentina. *Rev. For. Argentina*. 15(4).
- MUTARELLI, E. y E. Orfila (1973): Algunos resultados de las investigaciones de manejo silvicultural que se realizan en los bosques andino-patagónicos de Argentina. *Rev. For. Argentina*. 17(3): 69-75.

- NUÑEZ, M. (1981): Estimación de intervenciones en un bosque multietáneo de **Nothofagus pumilio** (Poepp. et Endl.) Krasser. Univ. Austral Fac: Cs. Forestales. Inst. de Silvicultura. Valdivia, Chile. Tesis Ing. Forestal. 79 p.
- PERALTA, M. (1975): Tipificación de algunos suelos en algunas formaciones botánicas de la Cordillera de los Andes. En: Ecología y Silvicultura del Bosque Nativo Chileno. Suelos. Univ. de Chile. Fac. Cs. Forestales. Stgo., Chile. Boletín Técnico N°31: 43-50.
- PERALTA, M. (1976): Suelos. En: Informe Forestal de la Región de Alto Palena y Chaitén. Univ. de Chile. Fac. Cs. Forestales. Stgo., Chile. Mimeografiado. pp. 5-24.
- PERALTA, M. y E. Oyanedel (1981): Los suelos del sector Las Coles, Skyring, Magallanes (52°S y 71°45'-72°W). Univ. de Chile, Fac. de Cs. Agr., Vet. y for. Esc. Cs. Forestales. Boletín Técnico N°63. 53 p.
- PEREZ, V.; R. Zúñiga y H. Hidalgo (1975): Propiedades mecánicas y asociadas de la lenga de Magallanes. Instituto Forestal. División Industrias. Informe Técnico N°50. 27 p.
- PESUTIC, S. (1978): Análisis de estructura - estado sanitario de un bosque de lenga. Univ. de Chile. Fac. Cs. Forestales. Stgo., Chile. Tesis Ing. Forestal. 68 p.
- PISANO, E. (1977): Fitogeografía de Fuego - Patagonia chilena. I. Comunidades vegetales entre las latitudes 52°S y 56°S. Anales del Instituto de la Patagonia 8: 121-250.
- PUENTE, M. y R. Peñaloza (1979): Resultado del establecimiento de un área de ensayo para tratamiento silvicultura de lenga (**Nothofagus pumilio**) en Coyhaique, XI Región. Informe de Convenio N°7. Serie Técnica. Fac. Ing. For. U. Austral, Valdivia, Chile. 85 p.
- ROCUANT, L. (1984): Efecto de giberelina y tiourea en la germinación de semillas: Especies del género **Nothofagus**. Bosque 5(2): 53-58.
- ROSAS, A. (s.f.): Proposición de manejo de renovales de lenga, según experiencia regional. Corporación Nacional Forestal, XII Región. Programa Control Forestal. Mecnografiado. 12 p.
- SCHLEGEL, F.; T. Veblen y B. Escobar (1979): Estudio ecológico de la estructura, composición, semillación y regeneración del bosque de lenga (**Nothofagus pumilio**) en la XI Región. Proyecto SERPLAC/CONAF XI Región - UACH. Univ. Austral. Fac. Ing. Forestal. Valdivia, Chile. Serie Técnica. Informe de Convenio N°8. 40 p.
- SCHMIDT, H. (1976): Bosques. En: Informe forestal de la región de Alto Palena y Chaitén. Univ. de Chile, Fac. Cs. Forestales, Stgo., Chile. Mimeografiado. pp.: 35-52.
- SCHMIDT, H. (1977): Dinámica de un bosque virgen de Araucaria-lenga (Chile). Bosque 2(1): 3-11.

- SCHMIDT, H. (1981): Potencialidad silvícola de los bosques de lenga en Magallanes. Chile Foresta, Ed. Especial '81 p.: 78-79.
- SCHMIDT, H. y A. Lara (1985): Descripción y potencialidad de los bosques nativos de Chile. Ambiente y Desarrollo 1(2): 91-108.
- SCHMIDT, H.; M. Toral y P. Burgos (1977): Silvicultura y uso del bosque de Araucaria. Informe Forestal de la región de Lonquimay. Univ. de Chile, Fac. Cs. Forestales, Depto. Silvicultural. Stgo., Chile. Mimeografiado. 28 p.
- SCHMIDT, H.; M. Toral y P. Burgos (1978): Estudio de un bosque de lenga en Skyring, Magallanes, con fines de manejo. Univ. de Chile, Fac. Cs. Forestales, Depto. Silvicultura. Informe de Avance. Mimeografiado. 17 p.
- SCHMIDT, H. y A. Urzúa (1982): Transformación y manejo de los bosques de lenga en Magallanes. Univ. de Chile. Fac. Cs., Agr., Vet. y For. Stgo., Chile. Ciencias Agrícolas N°11. 62 p.
- SIERRA, V. y E. Gándara (1983): Siembra directa y plantación con lenga (**Nothofagus pumilio**). Informe Final. Soc. For. Sigma Ltda. Coyhaique, Chile. 48 p.
- TORRES, H. (1971): Maderas. Corporación chilena de la madera. 270 p.
- TRAVERSO, P. (1982): Estudio de competencia en renovales de **Nothofagus pumilio** (Poepp. et Endl.) Krasser, en la XI Región. Univ. de Chile, Fac. Cs. Agr., Vet. y For. Esc. Cs. Forestales, Stgo., Chile. Tesis Ing. Forestal. 95 p.
- 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. Univ. de Chile, Fac. Cs. Agr. y For. Stgo., Chile. Tesis Ing. Forestal. 102 p.
- URZUA, A. (1981): Struktur - und Zuwachsuntersuchungen in magellanischen **Nothofagus pumilio** - Urwäldern als Grundlage eines Modells der waldbaulichen Überführungsplanung. Universität zu Göttingen. Forstliche Fakultät. Dissertation. 127 p.
- VEBLEN, T.; C. Donoso; F. Schlegel and B. Escobar (1981): Forest dynamics in South Central Chile. Journal of Biogeography 8: 221-247.
- VEBLEN, T. y F. Schlegel (1982): Reseña ecológica de los bosques del sur de Chile. Bosque 4(2): 73-116.
- VERA, O. (1985): Evaluación de intervenciones silvícolas en un renoval mixto de lenga (**Nothofagus pumilio** (Poepp. et Endl.) Krasser) y Coigüe (**Nothofagus dombeyi** (Mirb.) Oerst.), ubicado en la reserva forestal Coyhaique, XI Región. Univ. Austral, Fac. Cs.

Forestales. Valdivia, Chile. Tesis Ing. Forestal. 108 p.

VEREIN DEUTSCHER HOLZEINFUHRHÄUSER e.V. (1979): Lenga. Informationsdienst Holz. Blatt 56. Ver. Deut. Holzeinfuhrhäuser e.V. Hamburg, Deutschland. 2 p.

YUDELEVICH, M.; Ch. Brown; A. Elgueta y S. Calderón (1967): Clasificación preliminar del bosque nativo de Chile. Instituto Forestal, Santiago, Chile. Informe Técnico N°27. 16.

ANEXO 1: COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN BOSQUES DE LENGUA

Especies	Ar-Le (1) Lon- qui- may	Puro (2) Volcán Chillán	Le-Co (3) Cordill. Valdi- via	Puro (4) P.N. V.Pérez Ros.	Puro (5) Alto Palena	Puro (6) Coyhai- que Aysén	Puro (7) Skyring Magall.	Puro (8) Magall. (renova- val)	Le-Co (9) Magall.	Le-Co (7) Skyring Magall.
Nothofagus pumilio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Nothofagus antarctica		X							X	
Nothofagus dombeyi			X						X	X
Nothofagus betuloides										
Araucaria araucana	X									
Berberis buxifolia			X						X	
Berberis ilicifolia							X		X	X
Berberis linearifolia	X									
Berberis microphylla			X							
Berberis pearcei	X				X					
Berberis serrato-dentata			X			X				
Chilodactylus diffusum					X	X			X	
Chilodactylus										
rosmarinifolium	X									
Chusquea coleu	X				X					
Chusquea tenuiflora			X	X						
Desfontainea spinosa			X							
Drimys winteri var. andina				X	X					
Embothrium coccineum									X	
Empetrum rubrum							X		X	X
Escallonia alpina		X	X	X						
Escallonia rosea					X					
Escallonia virgata					X					
Maytenus disticha	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Maytenus magellanica									X	
Myrceugenia chrysocarpa			X							
Ovidia andina			X							
Pernettya mucronata							X	X	X	X
Pernettya poeppigii		X	X		X					
Ribes magellanicum			X			X	X	X	X	X
Codonorchis lessoni					X	X		X	X	
Osmorhiza chilensis					X	X	X	X	X	X
Rubus geoides					X		X	X	X	X
Senecio acanthifolius							X	X	X	X
Valeriana lapathifolia		X			X	X	X	X	X	X
Viola maculata		X			X	X	X	X	X	X
Myzodendron punctulatum							X	X	X	X

- (1) Gajardo (1980)
 (2) Gajardo (1983)
 (3) Veblen y Schlegel (1982)
 (4) Martínez (1985)
 (5) Gajardo (1976)
 (6) Schlegel et al. (1979)
 (7) Pesutic (1978)
 (8) Uriarte (1987)
 (9) Pisano (1977)

Ar-Le: Bosques de Araucaria-Lenga
 Puro: Bosques del subtipo lenga puro
 Le-Co: Bosques del subtipo Lengua-Coigüe

ANEXO 2: TABLAS DE VOLUMEN

ANEXO 2.1 TABLAS DE VOLUMEN Chilpaco, Lonquimay (IX Región)

FASE DE CRECIMIENTO OPTIMO INICIAL

Tabla de volumen bruto por troza (3,6 m)

DAP (cm)	Volumen (m³)			
	Troza 1	Troza 2	Troza 3	Troza 4
25	0,188	0,102	0,090	0,054
35	0,337	0,228	0,164	0,080
45	0,520	0,418	0,259	0,124

Tabla de volumen aserrable por troza (3,6 m)

DAP (cm)	Volumen (m³)			
	Troza 1	Troza 2	Troza 3	Troza 4
25	0,080	0,080	0,040	0,010
35	0,180	0,150	0,080	0,030
45	0,330	0,240	0,140	0,090

Fuente: Morales (1983).

FASE DE CRECIMIENTO ÓPTIMO FINAL

Tabla de volumen bruto por troza (3,6 m)

DAP (cm)	Volumen (m³)			
	Troza 1	Troza 2	Troza 3	Troza 4
35	0,038	0,352	0,333	0,239
45	0,540	0,472	0,439	0,346
55	0,786	0,596	0,548	0,464
65	1,075	0,675	0,658	0,593

Tabla de volumen aserrable por troza (3,6 m)

DAP (cm)	Volumen (m³)			
	Troza 1	Troza 2	Troza 3	Troza 4
35	0,290	0,290	0,270	0,240
45	0,430	0,390	0,370	0,340
55	0,590	0,510	0,480	0,450
65	0,770	0,630	0,580	0,570

Fuente: Morales (1983).

FASE DE CRECIMIENTO ÓPTIMO

Porcentaje de volumen defectuoso por troza

DAP (cm)	Troza 1			
	Troza 2 (%)			
	Troza 3			Promedio
25	45,39	49,13	41,81	45,44
35	37,16	36,39	18,78	30,78
45	30,42	26,96	8,44	21,94
55	24,91	19,97	3,79	16,22
65	20,39	14,80	1,70	12,30

Fuente: Morales (1983).

FASE DE ENVEJECIMIENTO

Tabla de volumen bruto por troza (3,6 m)

DAP (cm)	Volumen (m³)			
	Troza 1	Troza 2	Troza 3	Troza 4
75	1,515	1,090	0,985	0,916
85	1,938	1,385	1,109	0,950
95	2,412	1,714	1,314	1,105
105	2,937	2,076	1,530	1,150
115	3,512	2,472	1,758	1,231
125	4,138	2,900	1,996	1,293
135	4,815	3,360	2,245	1,355
145	5,540	3,853	2,503	1,416
155	6,317	4,378	2,771	1,478

Tabla de volumen aserrable por troza (3,6 m)

DAP (cm)	Volumen (m³)			
	Troza 1	Troza 2	Troza 3	Troza 4
75	1,210	0,950	0,850	0,410
85	1,560	1,180	1,170	0,470
95	1,960	1,430	1,300	0,520
105	2,390	1,700	1,420	0,570
115	2,870	1,990	1,550	0,620
125	3,400	2,290	1,670	0,670
135	3,970	2,620	1,790	0,730
145	4,580	2,970	1,920	0,780
155	5,240	3,330	2,040	0,830

Fuente: Morales (1983).

ANEXO 2.2

TABLAS DE VOLUMEN
Alto Mañihuales (XI Región)

DAP (cm)	Tabla de volumen cúbico					
	Altura (m)					
	5	10	15	20	25	30
	Volumen (m³)					
5	0,00984	0,01253				
10	0,03935	0,05010				
15	0,08854	0,11273	0,13691			
20	0,15740	0,20040	0,24340	0,28640		
25		0,31313	0,38031	0,44750	0,51469	
30		0,45090	0,54765	0,64440	0,74115	0,83790
35		0,61373	0,74541	0,87710	1,00879	1,14048
40		0,80160	0,97360	1,14560	1,31760	1,48960
45			1,23221	1,44990	1,66759	1,88528
50			1,52125	1,79000	2,05875	2,32750
55			1,84071	2,16590	2,49109	2,81628
60			2,19060	2,57760	2,96460	3,35160
65			2,57091	3,02510	3,47929	3,93348
70			2,98165	3,50840	4,03515	4,56190
75				4,02750	4,63219	5,23688
80				4,58240	5,27040	5,95840
85				5,17310	5,94979	6,72648
90				5,79960	6,67035	7,54110
95				6,46190	7,43209	8,40228
100				7,16000	8,23500	9,31000

Fuente: Alvarez y Grosse (1978).

Tabla de volumen por troza

DAP (cm)	Trozas			
	1	2	3	4
	Volumen (m³)			
5	0,00534			
10	0,02271	0,01884		
15	0,05297	0,04303	0,03262	
20	0,09661	0,07731	0,05954	
25	0,15398	0,12180	0,09497	
30	0,22536	0,17658	0,13906	
35	0,31098	0,24172	0,19199	
40	0,41103	0,31728	0,25386	
45	0,52569	0,40331	0,32479	0,26135
50	0,65512	0,49986	0,40488	0,31941
55	0,79945	0,60697	0,49422	0,38297
60	0,95880	0,72467	0,59289	0,45197
65	1,13331	0,85300	0,70096	0,52638
70	1,32307	0,99200	0,81851	0,60615
75	1,52818	1,14168	0,94560	0,69124
80	1,74875	1,30209	1,08229	0,78162
85	1,98485	1,47324	1,22863	0,87726
90	2,23658	1,65515	1,38469	0,97812
95	2,50401	1,84786	1,55052	1,08417
100	2,78722	2,05138	1,72615	1,19540

Fuente: Alvarez y Grosse (1978).

Tabla de volumen aserrable

DAP (cm)	Altura (m)					
	5	10	15	20	25	30
	Volumen (m³)					
5	0,01092	0,01291				
10	0,01688	0,02484				
15	0,02682	0,04472	0,06261			
20	0,04074	0,07256	0,10437	0,13618		
25		0,10835	0,15805	0,20776	0,25747	
30		0,15209	0,22367	0,29525	0,36682	0,43840
35		0,20378	0,30121	0,39864	0,49606	0,59349
40		0,26343	0,39068	0,51794	0,64519	0,77244
45			0,49209	0,65314	0,81419	0,97524
50			0,60542	0,80425	1,00308	1,20191
55			0,73068	0,97127	1,21185	1,45244
60			0,86788	1,15419	1,44051	1,72682
65			1,01700	1,35302	1,68904	2,02507
70			1,17805	1,56776	1,95746	2,34717
75				1,79840	2,24577	2,69314
80				2,04495	2,55395	3,06296
85				2,30741	2,88202	3,45664
90				2,58577	3,22998	3,87419
95				2,88004	3,59781	4,31559
100				3,19021	3,98553	4,78085

Fuente: Alvarez y Grosse (1978).

ANEXO 2.3
TABLAS DE VOLUMEN
Coyhaique (XI Región)

DAP (cm)	Tabla de volumen por troza				
	Trozas				
	1	2	3	4	5
	Volumen (m³ s.s.c.)				
30	0,23350	0,16848	0,13151	0,10581	0,05747
35	0,31894	0,23603	0,18730	0,15130	0,08860
40	0,41785	0,31610	0,25445	0,20623	0,12891
45	0,53027	0,40898	0,33340	0,27104	0,17944
50	0,65623	0,51498	0,42456	0,34607	0,24122
55	0,79578	0,63435	0,52833	0,43173	0,31524
60	0,94893	0,76734	0,64507	0,52830	0,40249
65	1,11572	0,91416	0,77511	0,63610	0,50392
70	1,29616	1,07502	0,91877	0,75543	0,62050
75	1,49030	1,25013	1,07634	0,88656	0,75314
80	1,69813	1,43967	1,24812	1,02975	0,90278
85	1,91970	1,64382	1,43438	1,18526	1,07032
90	2,15501	1,86273	1,63537	1,35332	1,25666
95	2,40408	2,09657	1,85135	1,53418	1,46269
100	2,66693	2,34550	2,08256	1,72805	1,68929

Fuente: Gándara (1979).

ANEXO 2.4
TABLAS DE VOLUMEN
Monte Alto y Skyring

Tabla de volumen bruto total

DAP	Altura (m)					
(cm)	5	10	15	20	25	30
12	0,05387	0,07743				
14	0,06238	0,09445				
16	0,07220	0,11408	0,15597	0,19785		
18	0,08332	0,13634	0,18935	0,24236		
20	0,09576	0,16120	0,22665	0,29210	0,35754	
22	0,10950	0,18869	0,26788	0,34707	0,42626	
24	0,12455	0,21880	0,31304	0,40728	0,50153	0,59577
26		0,25152	0,36213	0,47273	0,58333	0,69394
28		0,28686	0,41514	0,54341	0,67169	0,79996
30		0,32482	0,47208	0,61933	0,76658	0,91384
32		0,36540	0,53294	0,70048	0,86803	1,03557
34		0,40859	0,59773	0,78687	0,97601	1,16515
36				0,87850	1,09054	1,30259
38				0,97536	1,21162	1,44788
40				1,07745	1,33924	1,60103
42				1,18479	1,47341	1,76202
44				1,29735	1,61411	1,93088
46				1,41516	1,76137	2,10758
48				1,53820	1,91517	2,29214
50				1,66647	2,07551	2,48445
52				1,79998	2,24240	2,68482
54				1,93873	2,41583	2,89294
56				2,08271	2,59581	3,10891
58				2,23193	2,78233	3,33274
60				2,38638	2,97540	3,56442
62				2,54607	3,17501	3,80395
64				2,71100	3,38117	4,05134
66				2,88116	3,59387	4,30658
68				3,05655	3,81311	4,56967
70				3,23719	4,03890	4,84062
72				3,42305	4,27124	5,11942
74				3,61416	4,51012	5,40608
76				3,81050	4,75554	5,70059

Fuente: Schmidt y Urzúa (1982).

Tabla de volumen aprovechable

DAP (cm)	Altura (m)					
	5	10	15	20	25	30
12	0,08083	0,10104				
14	0,08813	0,11564				
16	0,09655	0,13248	0,16841	0,20434		
18	0,10609	0,15156	0,19704	0,24251		
20	0,11676	0,17290	0,22904	0,28518	0,34132	
22	0,12855	0,19648	0,26440	0,33233	0,40026	
24	0,14146	0,22230	0,30314	0,38398	0,46482	0,54566
26		0,25037	0,34525	0,44012	0,53500	0,62987
28		0,28069	0,39072	0,50075	0,61078	0,72082
30		0,31325	0,43956	0,56587	0,69219	0,81850
32		0,34805	0,49177	0,63548	0,77920	0,92292
34		0,38510	0,54735	0,70959	0,87183	1,03407
36				0,78818	0,97007	1,15197
38				0,87127	1,07393	1,27659
40				0,95885	1,18340	1,40796
42				1,05091	1,29849	1,54606
44				1,14747	1,41919	1,69090
46				1,24852	1,54550	1,84248
48				1,35407	1,67743	2,00079
50				1,46410	1,81497	2,16584
52				1,57862	1,95812	2,33763
54				1,69764	2,10689	2,51615
56				1,82114	2,26128	2,70141
58				1,94914	2,42127	2,89340
60				2,08163	2,58688	3,09214
62				2,21861	2,75811	3,29761
64				2,36008	2,93495	3,50981
66				2,50604	3,11740	3,72875
68				2,65650	3,30547	3,95443
70				2,81144	3,49915	4,18685
72				2,97088	3,69844	4,42600
74				3,13480	3,90335	4,67189
76				3,30322	4,11387	4,92452

Fuente: Schmidt y Urzúa (1982).

Tabla de volumen por troza (3,6 m)

DAP (cm)	1	2	3	4
	Volumen (m³ s.s.c)			
5	0,00192			
10	0,00925	0,00576		
15	0,02323	0,01536		
20	0,04464	0,03080	0,01567	
25	0,07411	0,05285	0,02997	0,01778
30	0,11212	0,08214	0,05091	0,03034
35	0,15911	0,11926	0,07968	0,04767
40	0,21548	0,16473	0,11746	0,07052
45	0,28156	0,21904	0,16540	0,09961
50	0,35768	0,28262	0,22465	0,13566
55	0,44411	0,35590	0,29635	0,17939
60	0,54114	0,43928	0,38160	0,23153
65	0,64902	0,53313	0,48154	0,29277
70	0,76798	0,63780	0,59725	0,36382
75	0,89825	0,75365	0,72985	0,44539
80	1,04004	0,88099	0,88041	0,53817
85	1,19355	1,02014	1,05002	0,64286
90	1,35899	1,17141	1,23975	0,76016
95	1,53653	1,33508	1,45067	0,89074
100	1,72636	1,51145	1,68385	1,03529

Fuente: Merino (1979).

Tabla de volumen por troza (2 m) (sólo Skyring)

DAP (cm)	1	2	3	4	5	6	7
	Volumen (m³ s.s.c.)						
25	0,09155	0,06352					
30	0,13212	0,09402					
35	0,18068	0,13044	0,10251	0,07666			
40	0,23682	0,17280	0,13868	0,10802	0,07555		
45	0,30055	0,22109	0,18022	0,14449	0,10722	0,06616	0,02036
50	0,37186	0,27530	0,22714	0,18607	0,14383	0,09765	0,04637
55	0,45074	0,33545	0,27945	0,23275	0,18537	0,13398	0,07714
60	0,53721	0,40153	0,33713	0,28454	0,23186	0,17513	0,11265
65	0,63127	0,47354	0,40019	0,34142	0,28328	0,22111	0,15292
70	0,73290	0,55147	0,46863	0,40342	0,33965	0,27192	0,19793
75	0,84212	0,63534	0,54245	0,47051	0,40095	0,32756	0,24769
80	0,95892	0,72514	0,62165	0,54272	0,46719	0,38803	0,30221
85	1,08331	0,82087	0,70623	0,62002	0,53837	0,45333	0,36147
90	1,21527	0,92253	0,79619	0,70243	0,61449	0,52345	0,42549
95	1,35482	1,03012	0,89153	0,78994	0,69555	0,59841	0,49425
100	1,50195	1,14364	0,99224	0,88256	0,78155	0,67819	0,56777

Fuente: Fuenzalida (1975).

ANEXO 3: TABLAS DE CRECIMIENTO**ANEXO 3.1
TABLAS DE CRECIMIENTO****Lonquimay**

Edad (años)	DAP (cm)	Altura (m)	Volumen (m³)
20	8,25	3,15	0,073
40	11,06	5,60	0,124
60	14,77	9,22	0,209
80	19,63	13,70	0,353
100	25,92	18,16	0,592
120	33,95	21,75	0,989
140	44,01	24,16	1,634
160	56,33	25,60	2,658
180	70,99	26,40	4,219

Fuente: Morales (1983).

ANEXO 3.2
TABLAS DE CRECIMIENTO

Alto Mañihuales

Crecimiento en diámetro

Edad (años)	DAP (cm)	CAM (cm/año)	CAP (cm/año)
20	5,31	-	-
40	8,31	0,2077	0,1498
60	12,61	0,2102	0,2151
80	18,36	0,2295	0,2874
100	25,34	0,2534	0,3492
120	32,91	0,2743	0,3785
140	40,17	0,2869	0,3628
160	46,45	0,2897	0,3089
180	51,10	0,2839	0,2376
200	54,48	0,2724	0,1689
220	56,75	0,2579	0,1134
240	58,21	0,2426	0,0733
260	59,14	0,2274	0,0462
280	59,71	0,2132	0,0286
300	60,06	0,2002	0,0176

Fuente: Alvarez y Grosse (1978).

Crecimiento en área basal

Edad (años)	AB (m²)	CAM (m²/año)	CAP (m²/año)
20	0,0027	-	-
40	0,0061	0,0002	0,0002
60	0,0134	0,0002	0,0004
80	0,0285	0,0004	0,0008
100	0,0562	0,0006	0,0014
120	0,0981	0,0008	0,0021
140	0,1458	0,0010	0,0024
160	0,1853	0,0012	0,0020
180	0,2103	0,0012	0,0013
200	0,2236	0,0011	0,0007
220	0,2300	0,0010	0,0003
240	0,2329	0,0010	0,0001
260	0,2342	0,0009	0,0001
280	0,2347	0,0008	-
300	0,2350	0,0008	-

Fuente: Alvarez y Grosse (1978).

Crecimiento en volumen

Edad (años)	Volumen (m ³)	CAM (m ³ /año)	CAP (m ³ /año)
20	0,0090	0,0004	-
40	0,0250	0,0006	0,0008
60	0,0687	0,0011	0,0022
80	0,1830	0,0023	0,0057
100	0,4494	0,0045	0,0133
120	0,9330	0,0078	0,0242
140	1,5133	0,0108	0,0290
160	1,9442	0,0122	0,0215
180	2,1637	0,0120	0,0110
200	2,2543	0,0113	0,0045
220	2,2885	0,0104	0,0017
240	2,3009	0,0096	0,0006
260	2,3054	0,0089	0,0002
280	2,3070	0,0082	0,0001
300	2,3076	0,0077	-

Fuente: Alvarez y Grosse (1978).

Crecimiento en altura

Edad (años)	H (m)	CAM (m/año)	CAP (m/año)
20	5,2	0,2591	-
40	8,3	0,2074	0,1558
60	11,2	0,1859	0,1430
80	13,8	0,1723	0,1313
100	16,2	0,1619	0,1206
120	18,4	0,1534	0,1107
140	20,4	0,1460	0,1016
160	22,3	0,1394	0,0933
180	24,0	0,1334	0,0857
200	25,6	0,1280	0,0787
220	27,0	0,1229	0,0722
240	28,4	0,1182	0,0663
260	29,6	0,1138	0,0609
280	30,7	0,1096	0,0599
300	31,7	0,1058	0,0513

Fuente: Alvarez y Grosse (1978).

ANEXO 3.3
TABLAS DE CRECIMIENTO

Crecimiento en diámetro (cm)

Edad (años)	Río Norte	Mano Negra	Lago Largo
20	3,05	2,84	3,64
40	6,82	7,20	7,88
60	10,91	12,41	13,14
80	15,22	18,26	19,40
100	19,71	24,64	26,67
120	24,34	31,47	34,96
140	29,10	38,71	44,25
160	33,97	46,31	54,56
180	38,93	54,24	65,88
200	43,98	62,49	78,21
220	49,12	71,02	91,55

Fuente: Alfaro (1982).

Río Norte (XI Región)

Crecimiento en área basal

Edad (años)	AB (m²)	CAM (m²/año)	CAP (m²/año)
20	0,00073	0,00004	0,00177
40	0,00363	0,00008	0,00440
60	0,00929	0,00013	0,00749
80	0,01811	0,00019	0,01093
100	0,03038	0,00026	0,01465
120	0,04638	0,00033	0,01860
140	0,06631	0,00040	0,02277
160	0,09039	0,00048	0,02713
180	0,11879	0,00056	0,03166
200	0,15168	0,00064	0,03636
220	0,18922	0,00073	0,04120

Fuente: Alfaro (1982).

RÍO NORTE (XI REGIÓN)

Crecimiento en altura

Edad (años)	Altura (m)	CAM (cm/año)	CAP (cm/año)
20	2,95	12,07	22,50
40	5,29	13,07	10,88
60	7,45	13,27	7,11
80	9,50	14,16	5,26
100	11,47	14,25	4,17
120	13,37	14,03	3,44
140	15,23	13,51	2,93
160	17,05	12,69	2,55
180	18,83	11,56	2,25
200	20,58	10,12	2,01
220	22,30	8,38	1,82
240	24,00	6,33	1,66
260	25,68	3,98	1,53
280	27,34	1,33	1,42

Fuente: Alfaro (1982).

RÍO NORTE (XI REGIÓN)

Crecimiento en volumen

Edad (años)	Volumen (m³)	CAM (m³/año)	CAP (m³/año)
20	0,00113	0,00006	0,00874
40	0,00990	0,00025	0,01176
60	0,03534	0,00059	0,01461
80	0,08712	0,00109	0,01730
100	0,17542	0,00176	0,01982
120	0,31078	0,00259	0,02217
140	0,50403	0,00360	0,02436
160	0,76623	0,00479	0,02637
180	1,10869	0,00616	0,02823
200	1,54291	0,00772	0,02991
220	2,08055	0,00946	0,03143

Fuente: Alfaro (1982).

MANO NEGRA (XI REGIÓN)

Crecimiento en área basal

Edad (años)	AB (m ²)	CAM (m ² /año)	CAP (cm/año)
20	0,00065	0,00003	0,00009
40	0,00415	0,00010	0,00028
60	0,01229	0,00021	0,00055
80	0,02654	0,00033	0,00088
100	0,04824	0,00048	0,00127
120	0,07858	0,00065	0,00172
140	0,11872	0,00084	0,00222
160	0,16973	0,00105	0,00277
180	0,23264	0,00127	0,00336
200	0,30844	0,00152	0,00401
220	0,39809	0,00178	0,00469

Fuente: Alfaro (1982).

MANO NEGRA (XI REGIÓN)

Crecimiento en altura

Edad (años)	Altura (m)	CAM (cm/año)	CAP (cm/año)
20	2,54	12,24	17,86
40	5,31	14,25	17,38
60	8,18	15,57	16,23
80	11,12	16,20	14,40
100	14,10	16,14	11,88
120	17,12	15,39	8,69
140	20,18	13,95	4,83
160	23,27	11,82	0,28
180	26,38	9,00	-
200	29,51	5,48	-
220	32,67	1,28	-

Fuente: Alfaro (1982).

MANO NEGRA (XI REGIÓN)

Crecimiento en volumen

Edad (años)	Volumen (m ³)	CAM (m ³ /año)	CAP (cm/año)
20	0,00119	0,00007	0,00758
40	0,01290	0,00035	0,01033
60	0,05204	0,00092	0,01307
80	0,14004	0,00181	0,01582
100	0,30177	0,00307	0,01856
120	0,56510	0,00473	0,02131
140	0,96044	0,00681	0,02405
160	1,52056	0,00934	0,02680
180	2,28037	0,01234	0,02954
200	3,27676	0,01584	0,03229
220	4,54847	0,01984	0,03503

Fuente: Alfaro (1982).

LAGO LARGO (XI REGIÓN)

Crecimiento en área basal

Edad (años)	AB (m ²)	CAM (m ² /año)	CAP (cm/año)
20	0,00062	0,00002	0,00009
40	0,00362	0,00004	0,00031
60	0,01013	0,00007	0,00063
80	0,02105	0,00012	0,00104
100	0,03712	0,00018	0,00154
120	0,05900	0,00025	0,00212
140	0,08729	0,00034	0,00277
160	0,12256	0,00044	0,00350
180	0,16533	0,00055	0,00431
200	0,21610	0,00068	0,00518
220	0,27533	0,00082	0,00612

Fuente: Alfaro (1982).

LAGO LARGO (XI REGIÓN)

Crecimiento en volumen

Edad (años)	Volumen (m³)	CAM (m³/año)	CAP (cm/año)
20	0,00129	0,00006	0,00375
40	0,01455	0,00037	0,02357
60	0,06010	0,00101	0,06902
80	0,16440	0,00206	0,14792
100	0,35881	0,00360	0,26720
120	0,67892	0,00568	0,43318
140	1,16408	0,00835	0,65174
160	1,85706	0,01166	0,92843
180	2,80380	0,01565	1,26853
200	4,05318	0,02036	1,67708
220	5,65690	0,02583	2,15895

Fuente: Alfaro (1972).

LAGO LARGO (XI REGIÓN)

Crecimiento en altura

Edad (años)	Altura (m)	CAM (cm/año)	CAP (cm/año)
20	3,54	12,51	15,75
40	6,57	14,68	18,30
60	9,60	16,19	19,32
80	12,64	17,06	18,83
100	15,67	17,29	16,82
120	18,70	16,86	13,30
140	21,73	15,79	8,25
160	24,76	14,08	1,69
180	27,79	11,72	-
200	30,83	8,71	-
220	33,86	5,06	-

Fuente: Alfaro (1982).

ANEXO 3.4:
TABLAS DE CRECIMIENTO

Skyring

Crecimiento en diámetro

Edad (años)	DAP (cm)	CAM (cm/año)	CAP (cm/año)
20	1,04	0,0518	-
40	4,91	0,1227	0,1936
60	8,78	0,1463	0,1936
80	12,64	0,1581	0,1936
100	16,52	0,1652	0,1936
120	20,39	0,1699	0,1936
140	24,27	0,1733	0,1936
160	28,14	0,1759	0,1936
180	32,01	0,1778	0,1936
200	35,88	0,1794	0,1936
220	39,75	0,1807	0,1936
240	43,62	0,1818	0,1936
260	47,49	0,1827	0,1936

Fuente: Urzúa (1981).

Skyring

Crecimiento en altura

Edad (años)	H (m)	CAM (m/año)	CAP (m/año)
20	2,0	0,0975	-
40	3,8	0,0956	0,0937
60	6,7	0,1112	0,1424
80	10,0	0,1247	0,1651
100	12,8	0,1279	0,1406
120	14,6	0,1218	0,0916
140	15,6	0,1115	0,0497
160	16,1	0,1006	0,0243
180	16,3	0,0907	0,0113
200	16,4	0,0821	0,0051
220	16,5	0,0749	0,0023
240	16,5	0,0687	0,0010
260	16,5	0,0635	0,0005

Fuente: Urzúa (1981)

Skyring

Crecimiento en volumen

Edad (años)	Volumen (m ³)	CAM (m ³ /año)	CAP (m ³ /año)
20	-	-	-
40	0,0018	0,0000	-
60	0,0325	0,0005	0,0015
80	0,0813	0,0010	0,0024
100	0,1482	0,0015	0,0033
120	0,2332	0,0019	0,0042
140	0,3362	0,0024	0,0052
160	0,4573	0,0029	0,0061
180	0,5965	0,0033	0,0070
200	0,7538	0,0038	0,0079
220	0,9292	0,0042	0,0088
240	1,1227	0,0047	0,0097
260	1,3342	0,0051	0,0106

Fuente: Urzúa (1981).