

**Nothofagus
obliqua**

**Potencialidad de
Especies y Sitios para
una Diversificación
Silvícola Nacional**

MONOGRAFIA

ROBLE

INFOR - CONAF

Nothofagus obliqua

Roble se encuentra desde Colchagua hasta Puerto Montt, por la Cordillera de Los Andes, y desde el sur del río Aconcagua hasta Puerto Montt, por la Cordillera de la Costa; es considerada como la más común y abundante en gran parte de las regiones central y sur de Chile cubiertas con vegetación nativa. Los renovales crecen entre 5 y 15 m³/ha/año en condiciones naturales y aquellos manejados podrían crecer 15 a 20 m³/ha/año. Posee una madera pesada, dura, de alta resistencia mecánica y es muy durable. Se destina principalmente a la industria del aserrío y también para la producción de astillas.

AUTORES:

Verónica Loewe M.

Manuel Toral I.

María Alejandra Mery A.

María Eugenia Camelio R.

Claudia López L.

Elizabeth Urquieta N.

CONTRAPARTE TÉCNICA CONAF:

Michael Bourke

Armando Sanhueza

97

Fe de erratas

En la portadilla dice *Nothofagus oblicua*, debe decir *Nothofagus obliqua*

Página 55, 6.4.5 Costos de mantención, no se entiende texto, debe decir "Incluye la mantención de cortafuegos a partir del año 2, hasta el año 38, realizándose esta actividad cada 2 años (Anexo V)."

POTENCIALIDAD DE ESPECIES
Y SITIOS PARA UNA DIVERSIFICACIÓN
SILVÍCOLA NACIONAL

Monografía de
ROBLE
Nothofagus oblicua



Registro de propiedad intelectual N° 99123
Santiago de Chile, 1997

Autor: INFOR - CONAF

Equipo de trabajo:

VERÓNICA LOEWE M.
MANUEL TORAL I.
ALEJANDRA MERY A.
M^a EUGENIA CAMELIO R.
CLAUDIA LÓPEZ L.
ELIZABETH URQUIETA N.

Contraparte técnica CONAF:

MICHAEL W. BOURKE
ARMANDO SANHUEZA S.

Financiamiento de la presente edición:

FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA, F.I.A.
Ministerio de Agricultura. Chile.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL, CONAF
Ministerio de Agricultura. Chile.

INSTITUTO FORESTAL, INFOR
Corporación de Fomento a la Producción. Chile.

Esta publicación se terminó de imprimir en Noviembre de 1998.

El texto reproducido y las opiniones vertidas en este documento, son de responsabilidad exclusiva de los autores

Fue impreso por: Neuenschwander & Cruz. Santiago Chile

ÍNDICE

ÍNDICE

Prólogo

1.	ANTECEDENTES GENERALES	9
1.1	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	9
1.2	DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL	9
1.3	TIPO FORESTAL	9
1.4	ASPECTOS REPRODUCTIVOS	13
1.5	ASPECTOS GENÉTICOS	13
2.	REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS	15
2.1	CLIMA	15
2.2	SUELOS	15
2.3	ALTITUD	17
2.4	EXPOSICIÓN	18
2.5	REQUERIMIENTOS HÍDRICOS	18
3.	PLAGAS Y ENFERMEDADES	21
4.	SILVICULTURA Y MANEJO	13
4.1	PROPAGACIÓN	23
4.2	ESTABLECIMIENTO	27
4.2.1	Plantación	27
4.2.2	Densidad de plantación	27
4.2.3	Fertilización	28
4.2.4	Control de malezas	28
4.3	MANEJO	29
4.3.1	CRECIMIENTO	29
4.3.1.1	Renovales	29
4.3.1.2	Plantaciones	33
4.3.2	MANEJO, TRATAMIENTOS DE REGENERACIÓN	34
4.3.3	Podas	37
4.3.4	Raleos	38
5.	PRODUCCIÓN	43
5.1	CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA	43
5.1.1	Características macroscópicas	43
5.1.2	Características físicas	43
5.1.3	Características mecánicas	43
5.2	PRODUCCIÓN NACIONAL	44
5.3	PERSPECTIVAS COMERCIALES	46

5.4	USOS	47
5.5	PRECIOS	47
6.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	51
6.1	ANTECEDENTES	51
6.1.1	Crecimiento esperado	51
6.1.2	Rotación	52
6.2	MARCO DE EVALUACIÓN	52
6.3	ANTECEDENTES BÁSICOS	53
6.3.1	Indicadores económicos	53
6.3.2	Valor de la jornada de trabajo	54
6.4	COSTOS DIRECTOS	54
6.4.1	Costos de establecimiento de una plantación de Roble	54
6.4.2	Costos de manejo	54
6.4.3	Costos de cosecha	55
6.4.4	Costos de administración	55
6.4.5	Costos de mantención	55
6.4.6	Costos de protección forestal	55
6.5	DETERMINACIÓN DEL VALOR DE LOS PRODUCTOS	55
6.6	ESQUEMAS DE MANEJO SEGÚN EL TIPO DE ESCENARIO	56
6.7	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA	61
7.	OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ROBLE, VII - X REGIÓN	63
7.1	INTRODUCCIÓN	63
7.2	RESUMEN DE LAS ÁREAS REGIONALES POTENCIALES PARA ROBLE	63
7.3	METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ROBLE, VII - X REGIÓN	64
7.3.1	Zona de estudio	64
7.3.2	Información general utilizada	64
7.3.3	Información específica utilizada	65
7.3.4	Requerimientos ecológicos de Roble	65
7.3.4.1	Período vegetativo	65
7.3.4.2	Temperatura período vegetativo	65
7.3.4.3	Humedad relativa	65
7.3.4.4	Período libre de heladas	66
7.3.4.5	Precipitación anual	66

7.3.4.6	Meses secos	66
7.3.4.7	Textura del suelo	67
7.3.4.8	Profundidad del suelo	67
7.3.4.9	Drenaje del suelo	68
7.3.4.10	Reacción del suelo	68
7.3.4.11	Altitud	69
7.4	ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ROBLE, VIII - X REGIÓN	69
7.4.1	Área potencial para Roble en la VII Región del Maule	69
7.4.2	Área potencial para Roble en la VIII Región del Bío-Bío	71
7.4.3	Área potencial para Roble en la IX Región de La Araucanía	72
7.4.4	Área potencial para Roble en la X Región de Los Lagos	74
	Comunicaciones Personales	77
	Bibliografía	79
	Anexos	90
	ANEXO I	
	LISTADO DE ESPECIES	
	LISTAS DE NOMBRES CIENTÍFICOS CORRESPONDIENTES A LOS NOMBRES VULGARES DE ÁRBOLES ENUNCIADOS EN EL TEXTO	
	ANEXO II	
	ZONAS DE CRECIMIENTO PARA ROBLE	
	DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE CRECIMIENTO	
	ANEXO III	
	CUADRO RESUMEN DE ROBLE	
	ANEXO IV	
	RESUMEN DE COSTOS	
	ANEXO V	
	RESUMEN DE INGRESOS	
	ANEXO VI	
	ILUSTRACIONES DE LAS ÁREAS POTENCIALES REGIONALES	

PRÓLOGO

En el año 1995, el sector forestal supera, por primera vez, los dos mil millones de dólares como valor total de las exportaciones de productos a partir, principalmente, de las plantaciones de Pino radiata y Eucalipto. El mismo año se pone en marcha el Proyecto Catastro de la Vegetación Nativa, instrumento que materializa el anhelo nacional por conocer el estado de estos recursos. Y, también ese año, se establece la necesidad de enfrentar la diversificación de las plantaciones forestales, mediante la puesta en marcha de un Programa de Diversificación, impulsado por la Corporación Nacional Forestal.

El propósito de diversificar demuestra el grado de madurez que ha alcanzado la Nación en esta materia, al proponerse un paso de gran importancia y un nuevo impulso al dinamismo del desarrollo forestal.

Para llevar a cabo esta tarea, cuyos propósitos son ampliar la base de sustentación de la silvicultura nacional y orientar una producción de mayor valor agregado hacia nuevos mercados, fue necesario, en primer lugar reunir las bases fundamentales del conocimiento disponible. Para ello se ha elaborado el material bibliográfico que a continuación se presenta, una colección de 11 Monografías de las siguientes especies: Lenga, Roble, Raulí, Coigüe y Canelo, entre las nativas, Pino oregón, Álamo, Castaño, Aromo australiano, Eucalipto regnans y Pino piñonero entre las exóticas y una detallada cartografía, a escala 1:250.000, que ilustra el área potencial de ellas, excepto Lenga y Canelo.

Las dos instituciones estatales del sector, la Corporación Nacional Forestal y el Instituto Forestal, han unido esfuerzos durante más de dos años para llevar a cabo este objetivo, el cual se inició mediante un riguroso proceso de selección de especies a partir de más de doscientas opciones iniciales. Durante este proceso participó un grupo de prestigiados especialistas en la materia, hasta llegar a las once que serían definitivamente elegidas y objeto del estudio detallado.

El equipo de trabajo, compuesto por investigadores de INFOR dirigidos por la ingeniero forestal Verónica Loewe y, como contraparte técnica de la Corporación Nacional Forestal, los ingenieros forestales Michael Bourke y Armando Sanhueza, puso en práctica una metodología de estudio basada en la observación y análisis de los Factores Limitantes al crecimiento de las especies, logrando resultados en tres campos principales de información:

- a: caracterización de las especies escogidas en cuanto a sus requerimientos esenciales de suelo y clima;
- b: definición de los sitios en los cuales pueden obtenerse buenos desarrollos;
- c: examen de las condicionantes económicas de estos cultivos en varios escenarios.

Diversas instituciones y profesionales también participaron en el proceso aportando valiosa información y experiencias. Especial mención le cabe a la Compañía Agrícola y Forestal El Álamo, mediante el concurso del ingeniero forestal señor Jaime Ulloa, quien aportó valiosos antecedentes sobre el cultivo del Álamo. Así mismo Viveros Máfil, por intermedio del ingeniero forestal señor Fernando Schultz, aportó antecedentes sobre la misma especie. El ingeniero forestal señor Herbert Siebert entregó importante información sobre el cultivo del Aromo australiano. También el profesor Iván Chacón, de la Universidad de Talca, tuvo una destacada labor en la elaboración de la información económica.

A todos ellos y a otros profesionales que colaboraron entusiasta y desinteresadamente, nuestra gratitud.

Gonzalo Paredes Veloso
Director Ejecutivo
Instituto Forestal

José Antonio Prado Donoso
Director Ejecutivo
Corporación Nacional Forestal

1.

ANTECEDENTES GENERALES

1.1 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Nothofagus obliqua (Mirb.) Oerst. Esta especie, comúnmente llamada Roble, Pellín, Hualle, pertenece a la familia de las Fagáceas y al género *Nothofagus*, distribuyéndose desde Colchagua (33° lat. sur) hasta Puerto Montt (41°30' lat. sur) por la Cordillera de los Andes y desde el sur del río Aconcagua hasta Puerto Montt por la Cordillera de la Costa (Donoso, 1972; Donoso y Landrum, 1973).

De Malleco al sur, la frecuencia del Roble en el Valle Central se incrementa presentándose hasta los 600 msnm. Al norte del río Bío-Bío desaparece del Valle Central y se le encuentra formando bosques principalmente en la Cordillera de los Andes (*Op. Cit.*). En el extremo norte del área de distribución del género se encuentra *N. obliqua* var. *macrocarpa*, conocido como Roble blanco, en un sector restringido entre la Provincia de Valparaíso, en la V Región, y la de Rancagua, en la VI Región. En el Parque Nacional La Campana (32°55'40") se encuentran ejemplares más nortinos del taxón.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Esta especie puede alcanzar los 40 m de altura con más de 2 m de diámetro. El tronco es cilíndrico; la corteza gruesa y dura, agrietada en placas grandes y redondeadas, siendo en los árboles jóvenes lisa y gris hasta blanquecina y, en los adultos, de color gris oscuro. Sus ramas constituyen una copa redonda de forma piramidal. Sus hojas son caducas, de 2 - 7 cm de largo, subcoriáceas, borde doblemente aserrado (Rodríguez *et al.*, 1983).

Es un árbol monoico, la flor masculina es solitaria, pedicelada, axilar; la inflorescencia femenina, cortamente pedunculada, es triflora; el fruto está compuesto por 3 nueces, la central bialada y las 2 laterales trialadas, de más o menos 6 mm de largo (Donoso 1972; Donoso y Landrum, 1973; Hoffmann, 1978, cit. por Rodríguez *et al.*, 1983).

1.3 TIPO FORESTAL

Roble es la especie más común y abundante en gran parte de las regiones central y sur de Chile cubiertas con vegetación nativa. Muchas de las áreas que fue

ron alguna vez bosques vírgenes de Roble, mantienen actualmente bosques de segundo crecimiento o renovales en las que, comúnmente se asocia con Raulí (*Nothofagus alpina*) (Donoso, 1979). Los renovales de Roble presentan densidades de aproximadamente 1.720 árboles por ha en la clase edad 25 años, disminuyendo a 1.172 en la clase 35 años y a 990 árboles por ha en la clase 45 años (Rodríguez, 1993).

El Roble pertenece a varios de los tipos forestales definidos por Donoso (1981) los cuales se mencionan a continuación:

- *Tipo forestal Roble - Hualo*
- Subtipo bosques costeros septentrionales de Roble
- Subtipo bosques andinos de Roble de altura
- Subtipo bosques de Hualo
- Subtipo bosques de Ruil
- Subtipo higrófitos de quebradas
- *Tipo forestal Ciprés de la cordillera*
- *Tipo forestal Roble - Raulí - Coigüe*
- Subtipo renoval y bosque puro secundario
- Subtipo remanentes originales
- Subtipo bosques degradados
- *Tipo forestal Lengua*

El tipo forestal *Roble - Hualo* (Donoso, 1981) ocupa gran parte de la región mediterránea de Chile por ambas cordilleras. Incluye cinco subtipos dados por la variación en la composición florística y estructural, que a continuación se describen:

- *Subtipo bosques costeros septentrionales de Roble o Hualo*: donde el 90 % del área basal corresponde a Roble o Hualo.

- *Subtipo bosques andinos de Roble en altura*: En este subtipo la especie principal es el Roble, asociándose en algunos sectores con especies esclerófilas, Ciprés de la cordillera, Peumo, Avellano y Raulí, dependiendo de la altitud, latitud y exposición. Algunos de los bosques de Roble se extienden altitudinalmente hasta sobre los 2.000 m, constituyendo normalmente el límite de la vegetación arbórea.

- *Subtipo bosques de Hualo*: normalmente el Hualo forma bosques puros, existiendo algunas asociaciones con Roble y Ciprés.

- *Subtipo Ruil*: este subtipo crece inserto en masas de bosque de Hualo, en exposiciones húmedas en la Cordillera de la Costa.

- *Subtipo higrófitos de quebradas*: son bosques relativamente densos que se ubican en quebradas, nacimiento de cursos de agua, riberas de lagos y lagunas. En su dosel superior se encuentra Coigüe, Roble, Lingue, Olivillo, Canelo y otras, y más al sur se encuentra también Raulí, Laurel y Mñaño de hojas largas.

El tipo *Roble - Raulí - Coigüe* corresponde a renovales y bosques puros o

mezclados de las especies Roble, Raulí y Coigüe. Estos renovales, que son de alto interés económico, no existían originalmente en Chile, sino que ha sido formados debido a la acción alteradora del hombre, como consecuencia a la tala masiva y de los incendios. Se distribuye entre los paralelos 36°30'S (río Ñuble, Itata) y los 40°30'S, entre los 100 y 1.000 msnm en ambas cordilleras, particularmente en las laderas interiores y en valles cordilleranos. En general, corresponde a bosques de segundo crecimiento formados por Roble puro, en las partes bajas; Roble - Raulí, en las áreas intermedias; y Raulí y/o Coigüe puro en las partes más altas, quedando remanentes de los bosques originales así como matorrales y bosques degradados en forma dispersa (*Op. cit.*).

Dado lo anterior se definen tres subtipos:

- *Subtipo renoval y bosque puro secundario*: la mayor parte de los renovales tiene entre 20 y 40 años de edad, con densidades desde 200 a 6.000 árboles por ha y áreas basales de 10 a 60 m²/ha (Puente *et al.*, 1980). Los bosques con edades mayores a 50 años, alcanzan áreas basales por ha de 100 m², distribuidas en 300 a 500 arb/ha (Vita, 1977).

- *Subtipo remanentes originales*: son bosques de estructura multietánea con individuos de Roble dominantes y emergentes de gran DAP que no tienen regeneración bajo dosel, ni individuos de diámetros pequeños (Veblen *et. al.*, 1979, cit. por Donoso, 1981). Se asocia con especies tolerantes como: Laurel, Lingue y especialmente Olivillo. Estos bosques tienen densidades entre los 500 a más de 1.000 arb/ha, con grandes tamaños que desarrollan áreas basales y volúmenes considerables.

- *Subtipo bosques degradados*: este subtipo ha sufrido diferentes grados de alteración que han sido determinados por distintos niveles de extracción de algunas de las especies componentes, principalmente Raulí, seguido de Roble y Lingue en las partes bajas, y Laurel en las áreas en que éste se presenta.

Los valores dasométricos de los tipos forestales descritos se presentan en el Cuadro 1.

CUADRO 1
VALORES DASOMÉTRICOS DE ROBLE SEGÚN TIPO FORESTAL

Localidad	Especie	DAP (cm)	Nº árb/ha promedio	AB/ha (m ²)	Nº Plantas (regeneración)
Tipo Forestal Roble-Hualo					
Lampa, Santiago (900-1.500 msnm)	Roble	6,5-14	1.400-6.000	10-38,3	—
Dormida, Santiago Valparaíso (700-2.000 msnm)	Roble	—	—	6,6-10,8	1.600-8.000
	Otras	—	—	—	800-6.800
Curicó (Andes) (700-900 msnm)	Roble y otras	8-80	20-180	0,3-22	—
	Ciprés	5-80	20-140	0,2-16,2	—
Maule (Costa)	Hualo	5-13	3.420	—	—
	Ruil	10-35	400	22,5	—
Linares (Andes) (700-1.000)	Hualo	10-120	530-780	19-130	1 mill. a 2,5 mill
Linares (Andes)	Roble	5-80	275-3.700	—	—
	Otras	5-20	0-675	—	—
Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe					
Nahuelbuta (Costa)	Roble	—	64	8	650
	Raulí	—	184	15	5.380
	Coigüe	—	294	32	2.000
Malleco (Andes)	Roble	22,7	45	3	459
	Raulí	20,3	1.170	36	459
	Otras	—	735	3	146
Malleco (Andes)	Roble	—	—	6	—
	Raulí	—	—	26	—
	Coigüe	—	—	1	—
Cautín (Voipir)	Roble	—	1.075	—	—
	Raulí	—	225	—	—
Valdivia (Andes)	Total Ro-Ra	9-28	360-4.300	16-55	—
Valdivia (Andes)	Total Ro-Ra-Co	10-23	600-3.900	15-57	—

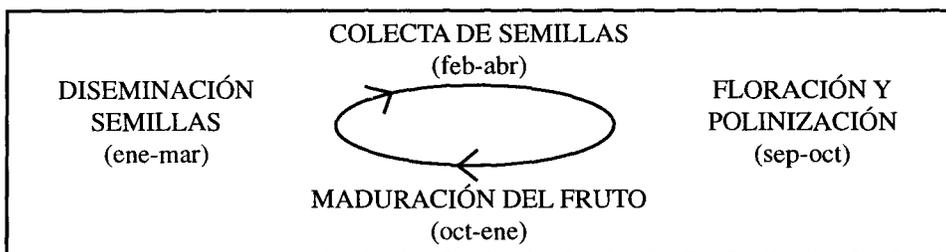
Fuente: Donoso (1981)

1.4 ASPECTOS REPRODUCTIVOS

La floración masculina se inicia en septiembre y finaliza en los últimos días de octubre. En ese período se produce el rompimiento de las yemas vegetativas y la elongación de los brotes. Las flores femeninas aparecen aproximadamente siete días después de la brotación de las yemas. La polinización es anemófila.

Los frutos alcanzan su madurez 5 - 6 meses más tarde, y las nueces maduran y caen al suelo, entre febrero y abril (Donoso, 1972, 1978). La especie tiende a presentar ciclos bianuales de producción, con un año de alta y otro de baja. La viabilidad fluctúa entre 11 -43 %, con un alto porcentaje de semillas vanas (Donoso *et al.*, 1992).

ESQUEMA FENOLÓGICO



1.5 ASPECTOS GENÉTICOS

La amplia distribución del Roble, y en general del género *Nothofagus*, así como la diversidad de hábitats en que se desarrolla da origen a variabilidad, la que se traduce en diferencias más o menos aparentes entre poblaciones. A ello se agrega la facilidad de hibridación, que se produce entre diferentes especies del género *Nothofagus* en las áreas de contacto de poblaciones contiguas y el desarrollo de híbridos fértiles que pueden introducir nuevos factores de variación derivados del fenómeno de introgresión (aporte de genes de una población a otra, producto del cruzamiento de un híbrido con uno de sus padres) (Donoso 1987).

Kansel (*cit. por* Morales, 1987) formula la hipótesis que *Nothofagus leoni* es un híbrido entre *N. glauca* y *N. obliqua*, ya que el aspecto general de *Nothofagus leoni* y muchas de sus características, siempre parecen ser intermedias entre *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus glauca*. Esta hipótesis fue demostrada por Donoso y Landrum (1976, 1979), los que analizaron las características de las tres especies mediante índices de hibridación, observándose una clara segregación de caracteres en la dirección de Roble, es decir, que existe una tendencia hacia la infiltración de genes de *N. glauca* en las poblaciones de Roble. Esto llevó a la conclusión de que *N. leoni* corresponde a una población de híbridos.

En Inglaterra, en investigaciones en vivero y laboratorio fue encontrado un híbrido entre *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus alpina* (= *procera*), el cual crece en forma natural en Chile y Argentina (Wingston, 1979, cit. por Donoso, 1993). Este híbrido se ubica en los renovales de Roble - Raulí de segundo crecimiento (Donoso, 1981). Ambas especies constituían poblaciones simpátricas que presentaban áreas de contacto a lo largo de la distribución de Raulí. Como consecuencia de la explotación seguida de incendios forestales, o del abandono de las tierras agrícolas o ganaderas que antes habían estado cubiertas de bosques derivados de 1 de las 2 especies, se desarrollaron estos renovales mixtos de Roble y Raulí, que aumentaron el área de contacto de las dos especies, facilitando la hibridación (Donoso, 1993). Morales (1987) señala que los híbridos entre estas dos especies presentan características más cercanas a Roble y su madera es anatómicamente diferente a la de sus padres. Las características químicas encontradas en la madera de los híbridos son distintas a la de los padres, especialmente en los valores de pH y porcentaje de extraíbles (*Op cit.*).

La variabilidad de poblaciones e híbridos es la base fundamental para iniciar programas de mejoramiento genético, ya que con ello se pueden mejorar características de la madera, resistencia a enfermedades, entre otras, siendo el Roble una especie que presenta una clara variación clinal, tanto altitudinal como latitudinal (Donoso, 1979).

2. REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS

En el presente capítulo se ha recopilado información sobre los requerimientos del Roble a nivel climático y edáfico. Mayor detalle puede verse en el capítulo 7, Obtención de Zonas Potenciales para el establecimiento de Roble (pag. 63).

2.1 CLIMA

En el área septentrional de su distribución ($\pm 33^\circ$ lat. sur), el clima es mediterráneo; lluvioso durante el invierno y seco en verano con precipitaciones entre 500 y 1000 mm/año en la Cordillera de la Costa. El período seco disminuye paulatinamente hacia el sur (Donoso, 1981), donde predomina un clima de tipo templado húmedo (Di Castri y Hajek, 1976). La precipitación varía desde 1.500 mm hasta unos 3.000 mm dependiendo de la altitud y latitud. Es la especie más termófila de los *Nothofagus* con temperaturas medias anuales de 11°C y mayores a 10°C por lo menos durante 7 meses al año (Hantelmann, 1965, cit. por Donoso, 1981).

Donoso *et al.* (1993a) definieron zonas de crecimiento de renovals de Roble y Raulí en su rango de distribución, concluyendo que Roble para un mejor crecimiento requiere de clima con abundante precipitación (sobre los 1.500 mm anuales), sin o con un corto período seco (menor a 4 meses), y con temperaturas medias anuales superiores a 10°C . Finalmente considera que las posibles áreas de crecimiento óptimo corresponderían a climas marino húmedo patagónico y mediterráneo frío, en la Cordillera de los Andes entre los 400 y 800 msnm en las regiones IX y X, y entre los 650 y 1.000 msnm en las regiones VII y VIII.

2.2 SUELOS

La especie se encuentra preferentemente en suelos profundos, fértiles y con cierta humedad, teniendo un característico manto de materia orgánica en descomposición.

En el área más septentrional de la Cordillera de la Costa ($\pm 33^\circ$ lat. sur), el Roble crece en suelos de roca granítica poco desarrollados, generalmente residuales sobre afloramientos rocosos. Hacia el sur los suelos se desarrollan sobre esquistos y micaesquistos poco profundos (50 - 60 cm) de textura comúnmente franca y con grava a escasa profundidad, desarrollados en pendientes medias de 20 % entre los 200 - 700 msnm; los pH fluctúan entre 4,8 y 5,7 (Pimstein, 1974, cit. por Donoso, 1981).

Los suelos de la Cordillera de los Andes entre los 34°30' y 36°50' lat. sur, en cambio, tienen como material generador rocas graníticas, conglomerados volcánicos que originan algunos suelos trumaos (Ibarra y Mourgues, 1976, cit. por Donoso, 1981). En las pendientes los suelos son medianamente profundos y los pH varían de 5,1 a 5,6 (Pimstein, 1974, cit. por Donoso, 1981). En las planicies altas y en los sectores de trumao son muy profundos; las texturas son franco - arenosas a franco - arcillosas y los pH varían desde ácidos a neutros tendiendo a ser más ácidos en los horizontes más profundos y en los sectores con pendiente (Ibarra y Mourgues, 1976, cit. por Donoso, 1981).

Más al sur, el Roble ocupa los faldeos cordilleranos y el llano central (entre los 36°30' y 40°30' lat. sur), donde hay suelos aluviales y glaciales más profundos y especialmente en sitios bien drenados (Donoso, 1978). De ello se deriva una plasticidad respecto a sus requerimientos edáficos.

Al analizar los tipos forestales como el caso del tipo forestal Roble - Raulí - Coigüe en conjunto se desarrolla sobre *trumaos* (Roberts y Díaz, 1960 cit. por Donoso, 1981). Los pH varían desde ácidos a moderadamente ácidos y las profundidades son medias (Peralta, 1975). Cualquiera sea la condición de suelo que habita Roble, el contenido de humedad disponible parece ser el factor que limita o impide su desarrollo en sitios determinados (Donoso, 1978).

Los suelos del tipo forestal Coigüe - Raulí - Tepa generalmente son trumaos profundos, bien drenados, con abundante materia orgánica y texturas franco limosas a limosa arenosa de pH entre 4,5 y 7,0 (Donoso, 1981).

Los suelos de trumao de la precordillera presentan una erosión de manto de intensidad variable, que en numerosos casos ha determinado la pérdida de su fertilidad, cuando ha sido muy intensa. Este fenómeno es responsable del cambio de la capacidad de uso (Carrasco y Millán, 1990).

Las principales características de estos suelos son: colores pardos grisáceos oscuros en húmedo, textura franco arenosa muy fina, ligeramente plástico y adhesivo, estructura granular fina. En la medida que aumenta la profundidad, el color cambia a pardo amarillento, sin estructura, con restos de tobas volcánicas.

Las características físicas promedio de los suelos de trumaos muestreados a profundidades de 0-30, 30-60 y 60-90 cm en el piedmont y Cordillera Andina son los siguientes:

- La densidad aparente es la más baja; los valores son 0,76; 0,68 y 0,66 g/cm³ para las 3 profundidades consideradas.
- La capacidad de campo promedio del perfil es de 62,5 % y el punto de marchitez permanente del orden de un 41,6 %.
- La porosidad total es elevada; el valor promedio para las tres profundidades es de 73,5 %.

Los valores químicos promedios determinados para los tres estratos analizados son los siguientes:

El pH es uniforme en cada uno de ellos (6,31), moderadamente ácido.

- La materia orgánica es media (8,76 %) en los primeros 30 cm y baja en los restantes (4,7 %).

- Los niveles de fósforo son bajos en los tres estratos (10,55; 6,88 y 7,18 ppm).

- Los contenidos de potasio son normales para los estratos analizados, mientras que los de calcio son bajos.

2.3 ALTITUD

El Roble crece en un rango altitudinal muy amplio desde los 100 a 2.000 msnm o más, conformando en algunos sectores el límite de la vegetación arbórea. En la parte norte de su distribución, en la Cordillera de la Costa entre los 32°50' S y los 35° S crece desde los 2.400 msnm, descendiendo por las laderas de las exposiciones más húmedas o por las quebradas hasta altitudes de 700 msnm en los altos cordones al sur y norte de Santiago, encontrándose como rodales puros hasta esta altitud, y hasta los 400 msnm en los cordones más bajos ubicados entre los altos de Cantillana y el río Mataquito (Donoso, 1982). Desde los 35° hasta los 36°30' de latitud sur, Roble crece a partir de los 200 msnm, para posteriormente distribuirse sobre los 1.000 msnm (36°30' - 37°50' lat. sur). En el extremo sur de su distribución (37°50' - 41°30') Roble se ubica bajo los 500 m de altitud. Su mejor desarrollo se logra entre los 250 y 500 m (Rodríguez, 1969).

En la Cordillera de los Andes entre los 33° y 34°30' S., Roble crece desde los 600 hasta 2.000 msnm. En el área más septentrional, es decir, en la Cordillera de Colchagua, los bosques de Roble se presentan sobre los 1.000 msnm hasta más arriba de los 2.000 msnm, en forma de bosquetes en exposición sur y sureste.

Hacia el sur y hasta el río Maule (35°45' S.) Roble constituye bosques más o menos continuos desarrollados desde los 600 hasta los 2.000 msnm, constituyendo el límite arbóreo altitudinal.

Al sur del río Maule, y especialmente en la Cordillera de Linares y norte de Ñuble, se mantienen los bosques de altura (1.000 msnm) y desciende a lo largo de quebradas o en exposiciones sur hasta los 400 msnm. Finalmente entre los 37° y 41°30' de latitud sur se ubica desde el Llano Central hasta los 700 msnm (*Op. Cit.*)

El estudio realizado por Donoso *et al.* (1993a) en renovales de Roble («Proposiciones de zonas de crecimiento de Roble en su rango de distribución natural»), menciona como zona de crecimiento óptimo, la comprendida en la Cordillera de los Andes entre los 400 - 800 msnm para la IX Región y X Región, entre los 650 - 1.000 msnm en las regiones VII y VIII.

2.4 EXPOSICIÓN

Trincado (1994) en un estudio realizado en renovales de Roble y Hualo ubicados entre las regiones VII y IX, señala que los mejores incrementos diametrales se obtendrían en terrenos planos y en el caso de tener pendientes se favorece el crecimiento en las exposiciones sur - oeste.

2.5 REQUERIMIENTOS HÍDRICOS

Respecto a este punto existe un estudio realizado por Huber *et al.* (1983) en la zona de Valdivia con individuos de Roble y Coigüe, el cual permitió determinar el consumo de agua de la planta a lo largo del período vegetativo. En el caso específico de Roble, por ser una especie de hoja caduca, inicia su gasto de agua por transpiración recién cuando empiezan a abrirse los brotes, durante el mes de septiembre.

Este consumo aumenta cuando los principales factores meteorológicos, que regulan la transpiración se hacen más efectivos, y a medida que aumenta la superficie foliar de los árboles. La transpiración comienza a declinar durante el mes de abril, para cesar durante mayo, cuando los árboles han perdido totalmente sus hojas (Cuadro 2).

Los resultados obtenidos respecto a las variables meteorológicas mostraron que la intensidad transpiratoria tuvo sus máximos valores durante los meses de diciembre - enero, cuando la radiación solar y temperatura del aire son máximos y la humedad relativa desciende.

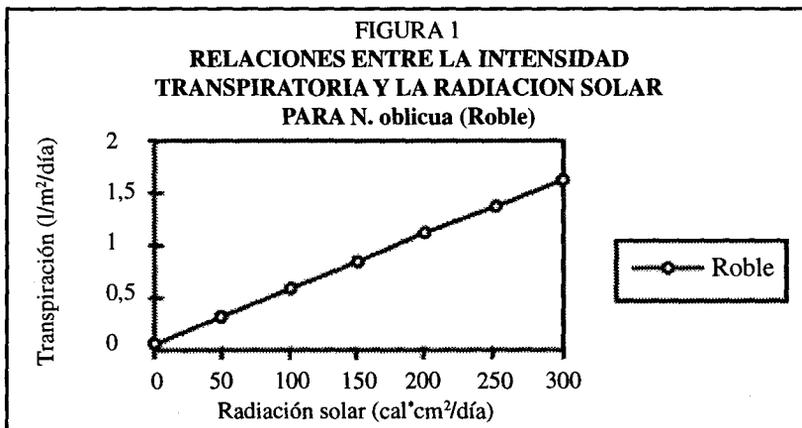
CUADRO 2
CONSUMO DE AGUA POR TRANSPIRACIÓN, INTENSIDAD TRANSPIRATORIA Y
CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS EN *Nothofagus obliqua*

Variables	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Número de días del período	50	42	20	27	30	27	28	36	35
Superficie foliar (m2)	0,6	1,7	2,6	2,8	2,8	2,6	2,8	1,8	0,3
Número total hojas (miles)	6,6	7,8	10,6	11,4	10,1	9,3	8,5	3,9	0,5
Volumen fustal (cm3)	543	623	724	907	1.055	1.151	1.158	1.168	1.173
Variación en volumen (cm3)	10,6	80	101	183	148	96	6,3	11	4,2
Consumo total de agua durante el período (l)	7,6	51	51	117	142,2	125	111	93,2	28,5

Fuente: Huber *et al.* (1983)

Las relaciones entre la intensidad transpiratoria de la especie con cada uno de los factores meteorológicos se presentan en la Figuras 1, 2, 3, y 4.

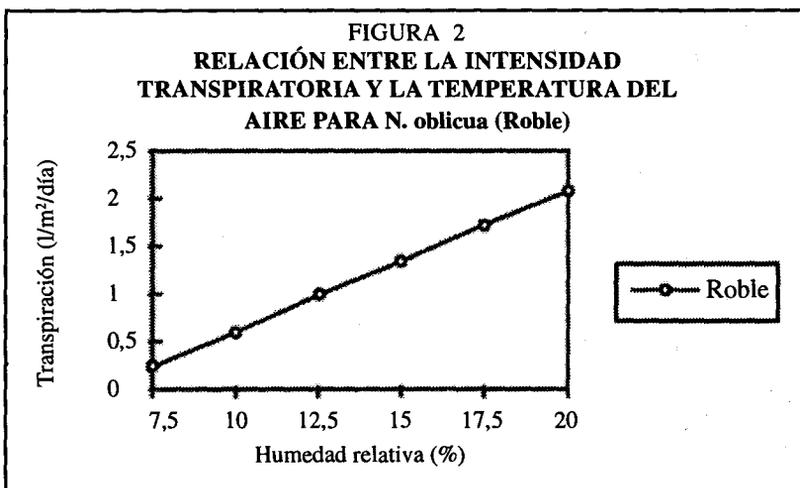
La correlación más alta se logra con la radiación solar y la más baja con la ventilación.



Fuente: Huber *et al.* (1983)

* unidades mencionadas en los gráficos cm-2 (cm²) y m-2 (m²)

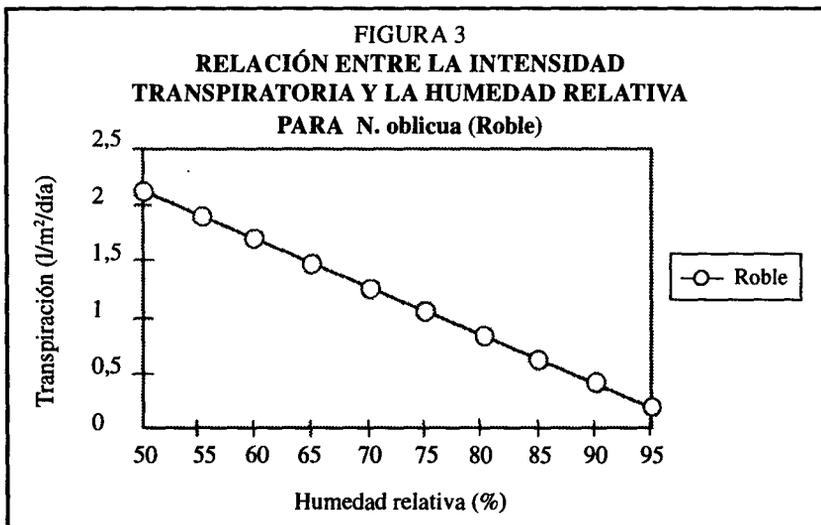
En la Figura 1 se ilustra que Roble aumenta más rápido su intensidad transpiratoria con incrementos en la radiación solar. De igual forma sucede con la temperatura del aire (Figura 2).



Fuente: Huber *et al.* (1983)

* unidades mencionadas en los gráficos cm-2 (cm²) y m-2 (m²)

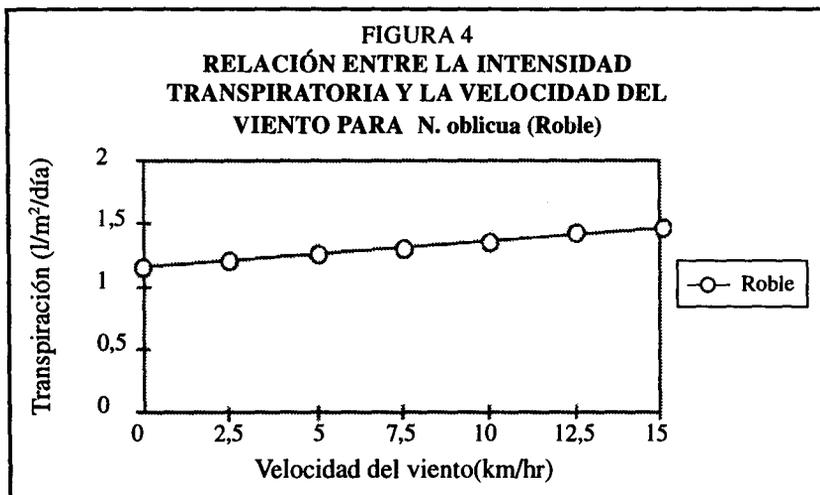
La humedad relativa del aire también influye sobre el consumo de agua por transpiración. A medida que la humedad relativa disminuye, la intensidad transpiratoria en Roble aumenta (Figura 3).



Fuente: Huber *et al.* (1983)

* unidades mencionadas en los gráficos cm-2 (cm²) y m-2 (m²)

El efecto de la velocidad del viento sobre las pérdidas de agua por transpiración, es bastante más complejo, y no se puede relacionar en forma clara dado los bajos coeficientes de correlación encontrados (Figura 4).



Fuente: Huber *et al.* (1983)

3.

PLAGAS Y ENFERMEDADES

Entre los *Nothofagus*, el Roble es una de las especies más susceptibles al ataque de hongos como: *Formmes amnosus* y *Ophiostoma piceae* (Munch), produciendo este último, la mancha azul. De igual forma lo es, al ataque de *Micronegeria araucana* (Peredo, 1987), que ataca sus hojas en la etapa de vivero provocando pérdida de crecimiento y eventualmente mortalidad.

En condiciones de drenaje restringido el hongo *Armellaria mellea* puede debilitar a Roble (Nimmo, 1975, cit. por Morales, 1987).

Donoso (1969) señala los siguientes hongos que atacan a diversas especies de maderas, tanto nativas como exóticas:

***Flammulina velutipes*:** Presenta una amplia distribución, encontrándose principalmente en Llancacura, Pucatrihue, Bahía Mansa, Frutillar y Castro. Su hábitat es la madera de Pino radiata, Tapa, Roble, Lingue, Coigüe y Olivillo.

***Marasmiellus alliodoris*:** Se distribuye a lo largo de la zona centro sur de Chile, siendo muy abundante. Su hábitat son trozas en el suelo de Roble, Tapa y Coigüe.

***Schizophyllum commune*:** Especie cosmopolita, que se desarrolla durante todo el año, fundamentalmente sobre madera de Roble, Tapa y Coigüe. Aparentemente causa algún tipo de pudrición blanca.

***Tubaria furfuracea*:** Ha sido colectada en el centro y sur del país, encontrándose habitualmente sobre madera de Roble y Coigüe en estado de descomposición.

Algunas especies de los hongos *Cyttaria spp.*, conocidos como *digüeños* son muy comunes en las ramas de Roble, y algunas veces también en el tronco. Ellos producen un típico crecimiento anormal (nudos) en las ramas, y a veces algunas ramas pequeñas mueren, pero normalmente el daño no es muy serio.

Entre los insectos, están los defoliadores que producen daño en las hojas, entre ellos se encuentra *Ceropastus volupis* (Hymenóptero, Perdigae), conocido como *moscasierra*, que durante sus primeros estadios larvales se comporta como esqueletizador de hojas, y en los últimos estadios como masticador, consumiendo la totalidad de la hoja; tiene una generación anual y presenta una metamorfosis completa. Este insecto se ha detectado en gran parte del área de distribución

geográfica del Roble, desde la provincia de Malleco por el norte, hasta la de Valdivia por el sur (Puente, 1979).

Como insecto defoliador actúa también *Ormiscodes spp.* (Lepidóptero, Saturniidae), comúnmente llamado *cuncuna espinuda*, el que tiene un hábito polífago, ya que se alimenta del follaje de varias especies forestales, tanto nativas como exóticas. Se comporta como masticador, provoca serias defoliaciones en los árboles hospedantes. Estas defoliaciones severas no ocurren normalmente en temporadas sucesivas debido a la eficiente acción de enemigos naturales.

Otro insecto muy dañino es *Holopterus chilensis* (Coleóptero, Cerambycidae), especie que perfora la madera y que afecta al Roble en cualquiera de sus fases de desarrollo, desde renoval hasta adulto, inutilizando la madera para su uso industrial (Peredo, 1987). Sin embargo, los ataques de *Holopterus chilensis* son más frecuente en rodales puros que en rodales mixtos (Krause, 1980, cit. por Donoso, 1993); además se ha observado que las procedencias septentrionales y las de mayores altitudes no sufren el ataque. En Nueva Zelanda se ha probado que la disminución de la densidad del bosque aminora el ataque de insectos perforadores (Franklin, 1968, cit. por Donoso, 1993).

En los últimos años se ha detectado la presencia en vivero (plantas de 1 y 2 años) de *Hornius grandis* (Chysomelodae, Eumolpinae). El hábito alimenticio de *Hornius grandis* la incluye en 2 grupos de insectos forestales dañinos, que son los meristemáticos y los defoliadores. En la fase adulta forma parte de los insectos meristemáticos, en cambio en su fase larval es un defoliador del tipo masticador. Jerez y Cerda (1988) señalan que *Hornius grandis* en el estado adulto, presente en otoño e invierno, consume corteza de ramas y ramillas, anillándolas en la zona inferior a los brotes o yemas, en tanto que las larvas, presentes en primavera, son de hábitos filófagos.

El actual comportamiento de *Hornius grandis* en vivero podría ocurrir igualmente en condiciones de terreno, al manejar renovales o plantaciones puras de Roble, con las consecuencias y daños inherentes al tipo y forma de alimentación (*Op cit.*).

El Roble sirve también de hospedante a *Hylamorpha elegans* (Coleóptero, Scarabaeidae), el cual en estado adulto produce la defoliación ya que se alimenta de las hojas, dejando sólo la nervadura; en estado larval ataca las raíces (Puente, 1984). Este insecto provoca pérdida de crecimiento y mortalidad.

Es posible eliminar el daño provocado por estos insectos raleando en forma oportuna, además de tener en cuenta que los bosques puros sufren mayor daño. También debe considerarse la procedencia, que en el caso de *Holopterus chilensis*, las septentrionales y las de mayores altitudes no sufren el ataque. Es posible que la razón sea la no adaptación del insecto a esos hábitats, pero también es posible que se trate de ecotipos o clones de menor susceptibilidad (Donoso, 1989).

4.

SILVICULTURA Y MANEJO

4.1 PROPAGACIÓN

En general, el bosque nativo ha sido sometido a corta selectiva, extrayéndose los ejemplares más valiosos, seguido muchas veces de una explotación intensa. El uso de fuego para habilitar áreas a la agricultura y la ganadería, además de las situaciones catastróficas que lo han afectado (como insectos, viento, hongos, fuego) han originado distintos tipos de estructura: monte alto, monte medio y monte bajo (Rodríguez, 1993).

La regeneración y posterior establecimiento de los bosques de Roble se produjo por semillación de árboles cercanos, brotes de tocón o una combinación de ambas. Estos rodales, son por definición, de estructura coetánea (Puente *et al.*, 1980; Donoso, 1981).

Puente *et al.* (1980), en el Proyecto Manejo de Renovales CONAF/PNUD/FAO, evaluaron la respuesta de la regeneración de un renoval después de 1 año de raleo a diferentes niveles de área basal, obteniéndose básicamente regeneración proveniente de reproducción vegetativa, producto de brotes de cepa de los tocones que quedaron después del raleo. Los resultados obtenidos en este ensayo se muestran en el Cuadro 3.

Peñaloza y Nuñez (1982) en renovales de Roble y Raulí determinaron que Roble presenta una buena capacidad de retoñación, con un promedio de 10 retoños por tocón.

El desarrollo de la regeneración de Roble es mejor en condiciones de semi sombra (Aguilera y Fehlandt, 1981). Castillo (1992) recomienda, tanto para el caso de regeneración natural como para plantación, dejar un dosel de protección.

El Roble puede también ser reproducido vegetativamente a partir de estacas. Santelices (1993) realizó un ensayo con estacas de 15 cm de longitud cosechadas en invierno, provenientes de plantas cultivadas en vivero y colectadas de brotes secundarios de plantas de 4 años de edad. Se probaron distintas concentraciones de hormonas, particularmente de ácido indolbutírico (AIB), logrando los mejores resultados con concentraciones de 0,5 y 1 %, con un 55,6 y 57,1 % de supervivencia, y de 44,4 y 47,6 % en arraigamiento, respectivamente.

CUADRO 3

ORIGEN Y CANTIDAD TOTAL DE REGENERACIÓN DE ROBLE Y RAULÍ

Tratamiento	Raulí		Roble		Otras		Total			
	T	S	T	S	T	S	T	%	S	%
Testigo	8	—	—	—	37	20	45	69,2	20	30,7
10	18	—	45	—	26	14	89	86,4	14	13,6
20	36	—	24	—	37	6	97	94,2	6	15,8
30	22	1	—	—	40	5	62	91,2	6	8,8
40	9	—	—	—	66	6	75	92,6	6	7,4
TOTAL	93	1	69	—	206	51	368	87,6	521	2,4
%	98,9	1,1	100	—	80,2	19,8				

Fuente: Puente et al. 1980

S = Regeneración proveniente de semilla

30 = Se deja un área basal de 30 m²/ha10 = Se deja un área basal de 10 m²/ha40 = Se deja un área basal de 40 m²/ha20 = Se deja un área basal de 20 m²/ha

TE= Testigo, sin raleo

T = Regeneración proveniente de tocón

• Producción de semillas:

El Roble presenta ciclos bianuales de producción de semillas, variando además el número de semillas por kilo según la latitud, y la viabilidad en relación con el año de producción (Donoso *et al.*, 1992). En el Cuadro 4 se detalla la información.

CUADRO 4

PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE ROBLE SEGÚN PROCEDENCIA

Procedencia	Nº Semillas/kg	Viabiles %	Perforadas %	Vanas %
Santiago	50.000	s.i	s.i	s.i
Curicó	69.444	s.i	s.i	s.i
Talca	72.993	s.i	s.i	s.i
Linares	120.482	s.i	s.i	s.i
Chillán	100.000	s.i	s.i	s.i
Malleco	128.205	s.i	s.i	s.i
Temuco	142.857	s.i	s.i	s.i
Panguipulli	165.599	11,0	8,0	81,0
Las Trancas	123.457	32,7	1,0	67,0
Llancacura	135.823	23,0	2,0	75,0
Osorno	142.857	s.i	s.i	s.i

Fuente: Donoso et al., (1992)

s.i.: sin información.

La producción de semillas también presenta una variabilidad estacional con rangos entre 0,4 kg/ha a 30 kg/ha (González y Murúa, 1985). La viabilidad de las semillas presenta igualmente una cierta fluctuación respecto al año de producción, es así como es posible tener viabilidad de 11 - 43 %, con un alto porcentaje de semillas vanas (Donoso, 1979; Donoso *et al.*, 1992).

Las semillas requieren de un tratamiento para romper con la latencia fisiológica. Este consiste en que 45 días antes de la época de siembra, se someten a una prueba de flotación en agua durante 24 horas, con el objeto de separar las viables de las vanas. Luego se someten a una estratificación en frío, durante 45 días a 4 °C (\pm) 1 °C. Respecto al almacenamiento, una vez colectadas y eliminadas las impurezas, se almacenan en frascos de vidrio cerrados herméticamente para que no pierdan viabilidad, la que puede llegar a 77 % después de un año (Donoso *et al.*, 1992).

Respecto a los antecedentes germinativos de la especie, en laboratorio se puede obtener entre un 40 - 68,3 % de germinación en semillas sin tratamiento; este porcentaje puede aumentar a 50 - 86,6 % al aplicar la estratificación a 4 °C durante 60 días (Donoso y Cabello, 1978). Además Gordon y Rowe (1982) afirman que es indiferente aplicar estratificación fría en arena o en seco y que la aplicación de GA3: ácido giberelico, GA 4/7: mezcla de giberelina a 4 y a 7, produjo hasta un 100 % de germinación en las semillas viables, en laboratorio. Agregan que el GA3 no fue tan eficaz como GA4/7 cuando se usó como pretratamiento de las semillas a sembrar en vivero y recomiendan el remojo durante 24 horas en una dosis de 24 y 48 mg/l de GA4/7. Según Donoso (1987), la capacidad germinativa en respuesta a la estratificación fría, muestra una variación clinal en el sentido latitudinal, pero no en el altitudinal, donde se distinguen 2 posibles ecotipos; uno en el norte con alta capacidad germinativa y otro con baja capacidad correspondiente a las poblaciones meridionales.

• Etapa de Vivero:

Se recomienda para la zona de Chillán, sembrar a mediados de septiembre; con una densidad final de 20 plantas por metro sobre la hilera (*Op cit.*).

Donoso *et al.* (1992), recomiendan que al sur de Temuco la siembra debe realizarse durante el mes de septiembre, a una profundidad de 1,5 cm para el caso de siembra manual, a una densidad de siembra 48 - 60 semillas por m² u 8-10 semillas por metro lineal. De gran importancia es el proceso de micorrización, ya que aumenta la superficie de absorción de las raíces. Para acelerar el proceso se puede incorporar hojarasca del bosque a las platabandas.

López *et al.* (1986) recomiendan sembrar entre septiembre y octubre y afirman que esta especie no necesita sombra, sin embargo, Rodríguez (1993) asegura que el sombreadero que no filtre más del 70% de luz protege de heladas e insolaciones.

Del mismo modo, Donoso (1979) señala que para los meses cálidos y secos de verano o en caso de que el vivero esté expuesto a heladas, es necesario proteger a las

plantas con esteras o algún tipo de protección que produzca semi sombra.

En cuanto al tipo de planta a producir existen diversidad de opiniones al respecto. Rodríguez (1969) considera que las plantas de un año de vivero están en buenas condiciones para ser plantadas. Por otro lado, Bernath (1940, cit. por Donoso, 1979) recomienda plantas de 2 años en vivero, otros señalan que plantas 1 y 1 en repique da buenos resultados.

Para asegurar el éxito de la plantación, conviene realizar una fertilización en vivero con: Nitrato de Amonio (14 g/cm²), Sulfato de Potasio (14,4 g/m²), Superfosfato triple (20 g/m²), Sulfato de Magnesio (31,4 g/m²). De igual importancia es el control de hongos e insectos en esta etapa, aplicando fungicidas e insecticidas (Donoso *et al.*, 1992).

En el Cuadro 5, se indican los insectos que pueden afectar en la etapa de viverización a plantas de Roble.

CUADRO 5
INSECTOS EN VIVERO DE ROBLE; DAÑO, EFECTO Y CONTROL

Especie	Daño	Efecto	Control
<i>Hornius grandis</i>	en corteza, tallo, brotes, ramillas	pérdida crecimiento y deformación	Tamarón 600 1 lt/ha
<i>Hylamorphia elegans</i>	en raíces y corteza plantas	pérdida crecimiento y mortalidad	Volatón 30% 10 Kg/ha (1) Furadan 4F 1 lt/ha (2)
<i>Pitholaema hermanni</i>	al sistema radicular y/o cuello bajo suelo	pérdida crecimiento y mortalidad	Volatón 30% 10 Kg/ha (1) Furadan 4F 1 lt/ha (2)
<i>Omaguagua longibursae</i>	consumen hojas	pérdida de crecimiento	Tamarón 600 1 lt/ha

Fuente: Donoso *et al.* (1992)
1 pre-emergentes
2 post-emergentes

El control de malezas en la etapa de vivero es vital, ya que éstas compiten con las plántulas por agua, luz y nutrientes, afectando los rendimientos y la calidad de la producción. El método más empleado es el control químico, Martínez (1992), recomienda aplicaciones de:

- *Granstar* 0,01 k/ha de producto comercial para un control eficiente de malezas de hoja ancha especialmente de *Rumer acetosella*.

- *Hache 1 Super* 1,5 lt/ha de producto comercial para malezas de hoja angosta, mezclados con *Lontrel* o *Gramstar* que eliminan las de hoja ancha.

Ambos productos presentaron una baja toxicidad y control eficiente de malezas, y fueron aplicados al tercer mes después de la siembra.

Gerding (1981) ensayó distintos herbicidas con aplicaciones en primavera, obteniendo los mejores resultados con la aplicación de Simazina (2,5 - 3,5 kg/ha de producto comercial) para malezas de hoja ancha y angosta y, Sencor (1,5 - 2,5 kg/ha de producto comercial) para malezas de hoja ancha y agresivas.

4.2 ESTABLECIMIENTO

4.2.1 Plantación

En su distribución septentrional, el Roble debe plantarse lo más tempranamente posible, ojalá después de la segunda lluvia importante del año, no más tarde que julio (Rodríguez, 1969). En la zona costera de la X Región se realiza de junio a la primera semana de agosto, y en la zona andina hasta fines de agosto, si el clima del año lo permite. Requiere de cierta protección lateral para una buena supervivencia de las plántulas, la cual puede ser otorgada por árboles remanentes.

Las plantaciones en Chile son comparables en su desarrollo inicial a las plantaciones de Roble de mejor desarrollo y rendimiento de Inglaterra, es decir, aquellas que a los 20 años alcanzan entre 16 y 18 m de altura dominante y entre 15 - 17 m³/ha/año en volumen (Donoso *et al.*, 1993b).

Grosse (1988) realizó un estudio sobre el crecimiento de plantaciones de Raulí y Roble bajo dosel en dependencia del grado de luminosidad y fertilización en el fundo Jauja, IX Región, concluyendo que Roble presenta mejores posibilidades de sobrevivencia y crecimiento en situaciones a luz completa que bajo dosel protector, aunque también se obtuvieron incrementos interesantes bajo cobertura suave para ambas especies. Una buena preparación de plantas en vivero, seguida por una adecuada extracción, transporte, plantación y fertilización permitiría lograr un incremento en altura de por lo menos 0,7 - 1,0 m durante el primer período vegetativo.

Sin embargo, Aguilera y Fehlandt (1981) señalan la conveniencia de realizar plantaciones mixtas con Coigüe, pues el rápido crecimiento de Coigüe crearía las condiciones de semi sombra adecuadas, ya que bajo esta condición se obtuvieron los mejores resultados.

4.2.2 Densidad de plantación

Existe diversidad de opiniones sobre este tema, sin embargo todos los autores coinciden en la necesidad de altas densidades iniciales. Donoso *et al.* (1992) recomiendan densidades iniciales de 2.500 plantas/ha (2 x 2 m) a 4.444 plantas/ha (1,5 x 1,5 m). Garrido (1981), recomienda plantar a densidades no inferiores a 3.000 plantas/ha. En el caso de plantaciones con manejo intensivo se pueden tener densidades iniciales de 1.600 plantas/ha (Donoso¹, 1996).

4.2.3 Fertilización

El Roble presenta una significativa respuesta a la fertilización, en un ensayo realizado por Grosse (1988), en el fundo Jauja, IX Región, se fertilizó al tercer mes de plantación con Nitrato de Amonio, Superfosfato triple y Salitre potásico. Con ello se obtuvo que el incremento en altura de un 150 % a luz plena y un 50 % bajo cobertura liviana, además de un aumento significativo en la sobrevivencia de la plantas después de un año de plantación. Las cantidades aplicadas en esa oportunidad fueron:

Nitrato de amonio: 13 g/planta (contiene 33 % de N)

Superfosfato triple: 10 g/planta (contiene 20,1 % de P)

Salitre potásico: 10 g/planta (contiene 14 % de K y 15 % de N)

4.2.4 Control de malezas

En relación al control de malezas para Roble, la bibliografía cita básicamente estudios y ensayos realizados para la viverización de la especie.

Martínez (1992), en ensayo realizado en el predio Vista Alegre, (ubicado entre los paralelos 39°47'46" y 39°48'54" lat. sur, X Región), Provincia y Comuna de Valdivia, menciona que las malezas más frecuentes son: *Rumex acetosella*, *Taraxacum officinale* y *Dactylis glomerata*, las cuales representan sobre un 60 % de las malezas existentes. Las 2 primeras, son particularmente dañinas para la especie por ser malezas anuales, vigorosas y abundantes; además se regeneran mediante órganos subterráneos y dependen poco de la semilla, dificultando su control con herbicidas u otros métodos.

Los resultados obtenidos de este ensayo recomiendan la utilización de *Granstar* (0,01 kg/ha de producto comercial) por la menor toxicidad, mejor desarrollo de las plantas y un control más eficiente, especialmente en *Rumex acetosella*.

Se recomienda además la aplicación de *Hache 1 Super* en dosis de 1,5 l/ha de producto comercial para la eliminación y control de malezas de hoja angosta, pudiendo mezclarse con *Granstar* o *Lontrel* para la eliminación de malezas de hoja ancha en las siguientes dosis:

1,5 lt/ha *Hache 1 Super* + 0,01 kg/ha *Granstar*

0,3 lt/ha *Hache 1 Super* + 1,5 lt/ha *Lontrel*.

Las características de los productos antes mencionados se muestran en el Cuadro 6.

CUADRO 6
CARACTERÍSTICAS DE LOS HERBICIDAS UTILIZADOS

Nombre Comercial	Grupo Químico	Ingrediente activo	Época aplicación	Malezas a controlar
Hache 1 Super	Fenoxipropionato	Fluazifop 350 g/lit	post emergente	Gramíneas anuales y perennes
Granstar	Sulfanilureas	Sulfmethneutron metil 750 g/lit	post emergente	Hoja ancha
Lontrel	Ácido Pinolínico	Clopyralid 360 g/lit	post emergente	Familia compuesta solanácea

Fuente: Martínez (1992)

4.3 MANEJO

4.3.1 CRECIMIENTO

4.3.1.1 Renovales

De Camino *et al.* (1974) mencionan que los crecimientos en volumen para renovales de Roble y Raulí variarían entre 5 y 15 m³/ha/año en condiciones naturales, dependiendo del área geográfica.

Donoso (1988) determinó, para renovales de Roble - Raulí en el área de protección Radal Siete Tazas, VII Región, una productividad media de 13 m³/ha/año.

Donoso *et al.* (1992) mencionan crecimientos para Roble similares a los de Raulí (Cuadro 7) y definen tres calidades de sitio y los respectivos volúmenes a la edad de 20, 30 y 40 años.

Sin embargo, ellos mismos opinan actualmente que esos crecimientos son mayores a 20, 15 y 12 m³/ha/año respectivamente (Donoso, Cortéz y Escobar, 1995 Comunicación personal).

CUADRO 7
RANGOS DE CRECIMIENTO SEGÚN LA CALIDAD DE SITIO

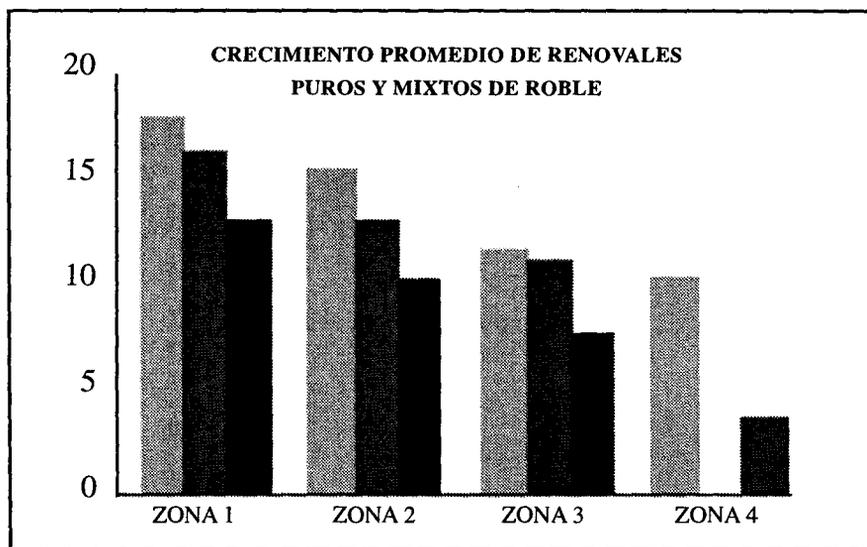
Edad	Plantación (2x2 m)	Sitio Bueno 10 m ³ /ha/año	Sitio Regular 12 m ³ /ha/año	Sitio Malo 8 m ³ /ha/año
20 años	m ³ /ha	360	240	160
30 años	m ³ /ha	540	360	240
40 años	m ³ /ha	—	480	320

Fuente: Donoso *et al.* (1992)

Donoso *et al.* (1993a) caracterizaron y evaluaron los crecimientos de renovales de Roble y Raulí en varias localidades ubicadas entre los paralelos 35° y 41° lat. sur. Se agruparon los renovales para cada especie en cuatro zonas de crecimiento (Figura 5), de acuerdo a los incrementos volúmetricos que presentaron los renovales.

Éstos, en su mayoría, se concentraban en edades de 30 - 49 años, con una importante presencia de especies tolerantes, que acompañan a aquellas del género *Nothofagus*. Particularmente Roble presentó crecimientos más altos que Raulí en las respectivas zonas de crecimiento, en la mejor zona de crecimiento (zona 1) Roble alcanza un promedio de 12,56 m³/ha/año a la edad de 20 años (Fig. 5, Anexo II).

FIGURA 5

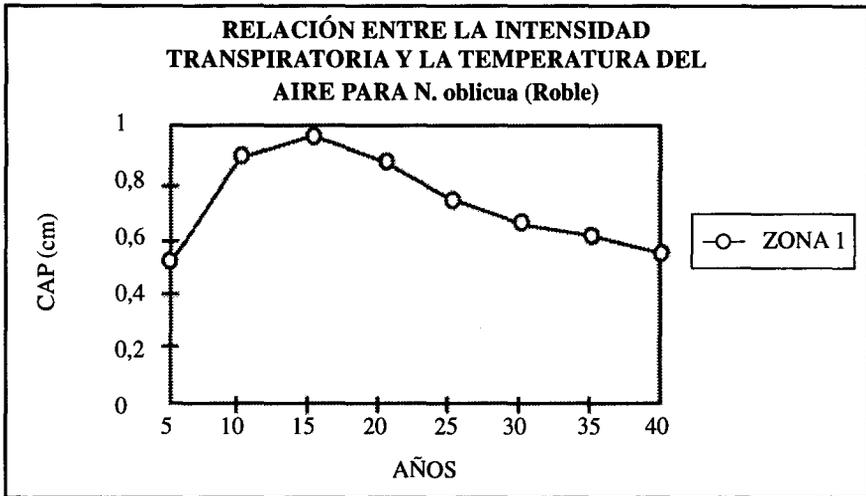


Fuente: Donsoso *et al.* (1993a)

En diámetro, las diferencias entre las zonas se manifiestan hasta los 35 años, después de lo cual tienden a igualarse. En el caso de las mejores zonas de crecimiento, el crecimiento anual periódico (CAP) evidencia tasas ascendentes hasta edades de 15 - 25 años, después de lo cual empiezan a descender, particularmente la mejor zona (1) presenta su descenso después de los 15 años (Fig. 6). En altura, las diferencias entre las distintas zonas de crecimiento se mantienen en el tiempo, al menos hasta los 50 o 60 años.

Finalmente se concluye que el potencial de esos renovales, al ser manejados desde temprana edad, podrían ser de crecimientos volúmetricos superiores entre un 25 a 35 % respecto a los evaluados, es decir unos 15 - 20 m³/ha/año.

FIGURA 6



Fuente: Donsoso *et al.*, (1993a)

Donoso (1988) para un renoval de Roble y Raulí (30 - 70 años) ubicado en el área de protección de Radal Siete Tazas, entre los 700 - 1.600 msnm, cercana a Molina, VII Región, encontró crecimientos diametrales iniciales de 0,5 a 0,7 cm/año, los cuales van disminuyendo con la edad, alcanzando sólo 0,3 cm/año en renovales de 70 años. En altura, el crecimiento inicial para un período de 20 años alcanzó los 0,4 a 0,6 m/año y una productividad media de 13 m³/ha/año.

Puente *et al.* (1979) para las provincias de Malleco, Cautín y Valdivia, entre los 400 y 1.000 msnm de la Cordillera de los Andes, proyectaron incrementos en área basal de 1,4 a 2,6 m²/ha/año y volumétricos entre 8 a 15 m³/ha/año, con un incremento de 15 a 20 % en el diámetro medio cuadrático.

Soler (1979) obtuvo un rango de crecimientos medios en diámetro entre 0,1 a 0,9 cm/año. Además, señala que éstos son crecientes hasta aproximadamente los 30 a 35 años, edad en la cual se producen los máximos incrementos para luego hacerse decrecientes. En el área basal encontró un crecimiento medio de 1,14 m²/ha/año y de 10 m³/ha/año en volumen, los cuales se concentran aproximadamente en un 75 % en el dosel superior.

Paredes (1982) en la zona de Jauja (Provincia de Malleco), en renovales de Roble - Raulí de 39 años con manejo, obtuvo mediante la medición del crecimiento de los últimos 10 años una distribución de crecimiento en diámetro entre 0,2 y 0,6 cm/año, con un 43,5 % de la muestra total con la mayor frecuencia en el rango 0,3 - 0,4 cm/año. En el caso del Roble, el 50 % del crecimiento se concentró en el rango más frecuente. El mismo autor concluye al igual que Puente *et al.* (1980), que los crecimientos diametrales en

Roble y Raulí son similares, con una leve ganancia de Roble, los que para efectos de manejo pueden considerarse como similares. Además indica un crecimiento neto en área basal de 1,14 m²/ha/año el que correspondería aproximadamente en un 75 % al dosel superior.

Para la zona mencionada en el párrafo anterior, Puente *et al.* (1981) encontraron crecimientos diametrales anuales para los últimos 10 años en renovales de 20 - 40 años, que variaron entre 0,1 - 1,2 cm; sin embargo, el rango más frecuente se encontraba entre 0,3 y 0,4 cm.

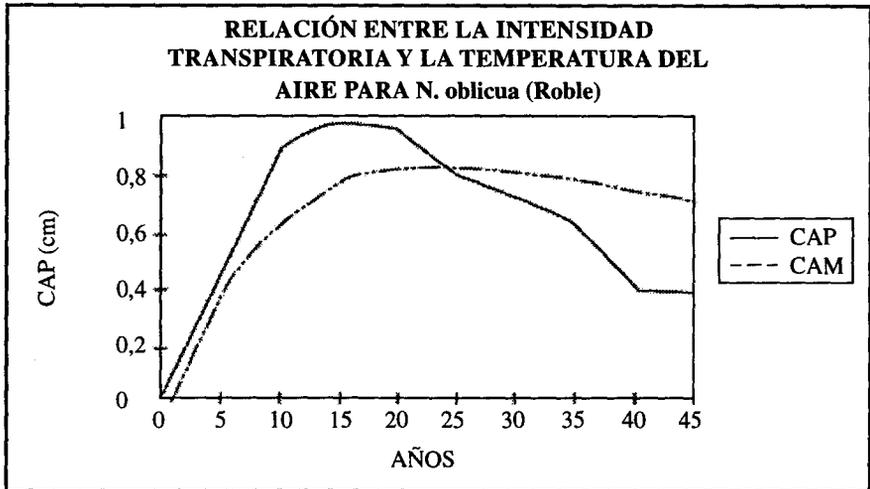
Donoso *et al.* (1984) determinaron rangos medios de incrementos diametrales por clase de edad y diámetro para los renovales de Roble - Raulí - Coigüe de la Cordillera de Nahuelbuta que varían entre 1,67 a 8,24 mm/año. Además indican que la mayor potencialidad de crecimiento se encontraría en la clase 10 - 20 años de edad y 10 - 15 cm de diámetro, con 7,57 mm/año en Raulí.

En la evaluación de crecimientos diametrales se encontró una gran variabilidad de incrementos desde 0,1 y 0,2 cm/año, hasta de 1,0 y 1,3 cm/año. Las causas de estas diferencias radican en la edad, la densidad, la zona geográfica, la altitud, el tipo de intervenciones, e incluso la clase diamétrica o dosel de los renovales considerados. Por ello, crecimientos entre 0,3 y 0,4 cm/año resultan ser la situación más frecuente, por lo que crecimientos para los últimos 10 años sobre 0,5 cm/año en diámetro pueden calificarse como buenos (Castillo, 1992).

Castillo (1992), para un sector cercano a Pitrufrquén en la Cordillera de la Costa, IX Región, determinó para individuos del dosel superior de un renoval de Roble en estado natural, con edades entre 36 y 46 años, un crecimiento periódico en diámetro de los últimos 10 años de 0,45 cm/año, con un rango más frecuente de 0,45 a 0,55 cm/año. Además determinó que el máximo crecimiento anual medio en diámetro, para árboles del dosel superior, se logra entre los 20 y 30 años de edad con un valor de 0,79 cm/año.

El estudio realizado por Donoso *et al.* (1993b) evaluó renovales de Roble, Raulí y Coigüe sin manejo, obteniendo tasas de crecimiento anual y periódico (CAM y CAP) en diámetros relativamente bajos durante los primeros 10 años, con un promedio de 0,55 cm/año. Luego éstas ascienden en el período de 11 -20 años alcanzando 0,81 cm/año en promedio (Figura 7).

FIGURA 7



Fuente: Donoso *et al.* (1993b)

Estos valores son muy similares a los señalados por Donoso *et al.* (1993b), que para los mejores sitios de renovales de Roble determinan crecimientos de 0,48 y 0,85 cm/año entre 1 - 10 años y 21 - 30 años respectivamente.

En cuanto a la altura, el crecimiento periódico de los 10 últimos años está entre 0,48 y 0,61 m/año, en tanto el máximo crecimiento anual medio se encuentra en un rango de 0,72 a 0,79 m/año que se alcanza a una edad de 16 a 20 años (*Op. cit.*).

4.3.1.2 Plantaciones

En plantaciones menores a 16 años, se registraron crecimientos en DAP en los primeros 10 años hasta de 1,0 cm/año en promedio y de 1,6 cm/año durante los últimos 5 años. Al comparar plantaciones de similar densidad y edad, las de Raulí y Roble alcanzan entre 12 a 17 m³/ha/año (Donoso *et al.*, 1993). Los crecimientos obtenidos para Roble se presentan en el Cuadro 9, sugiriéndose que la edad oportuna para el primer raleo es entre los 8-12 años. Como alternativa, se puede efectuar el primer raleo en el momento en que el crecimiento medio anual comienza a disminuir, lo que se produce alrededor de los 15 años (*Op. cit.*).

Según los mismos autores, la intensidad del primer raleo, dada una plantación de 2.500 árb/ha, no debería reducir a menos de 1.400 árb/ha, ya que de otra forma se estaría subutilizando la capacidad del sitio.

Rojas y Barros (1979) evaluaron el crecimiento en parcelas experimentales de introducción de especies forestales, para el caso de Roble se obtuvo los mejores resultados en una zona cercana a Loncoche entre los 39°21' lat. sur y 72°20' long. oeste

con un crecimiento medio anual en DAP de 0,84 cm y de 0,61 m en altura. Estos valores son mayores a los observados por Vita (1977) en Frutillar, en que plantaciones de 11 años de edad presentaban valores de 0,7 cm en DAP y 0,47 m en altura, y menores a los observados en Inglaterra, donde plantaciones de 10 años registraban un crecimiento medio anual de 0,88 m de altura. Cabe destacar que estos resultados corresponden a parcelas no intervenidas.

Hernández (1996) evaluó una plantación (2 x 2) de Raulí de 13 años de edad ubicada en la Precordillera Andina de Valdivia, y como en general los crecimientos en Roble son similares a los de Raulí es interesante analizar los resultados obtenidos. El diámetro alcanzado a los 13 años fue de 21,74 cm en la clase dominante, con un promedio de 12,34 cm. En altura se registraron crecimientos de hasta 1,57 m en un año, llegando a los 13,65 m como promedio de los estratos. En cuanto a la productividad, desde los 9 años, registra un crecimiento a más de 20 m³/ha/año, con un promedio de 27 m³/ha/año en los últimos 3 años.

CUADRO 9
CRECIMIENTO EN PLANTACIONES DE ROBLE

Crecimiento medio anual				Crecimiento periódico anual DAP (cm)			Edad (años) óptima de raleo	
DAP vol bruto		H	A.B.	0-10 años	11-20 años	USA*	1	2
cm	m	m ³ /ha	m ³ /ha					
1,28	0,93	1,08	7,34	0,86	—	1,6	12	13
0,94	0,91	1,75	12,49	1,06	—	1,15	12	16
0,73	0,78	0,77	3,90	0,78	—	1,17	9	13

Fuente: Donoso *et al.*, (1993b)

* USA: Incremento anual en los últimos 5 años

4.3.2 MANEJO, TRATAMIENTOS DE REGENERACIÓN

De Camino, *et al* (1974), tomando como base los renovales de Roble -Raulí ubicados en la Provincia de Malleco (Jauja y Niblinto) y la Provincia de Cautín (Pucón y Villarica), recomiendan fijar una edad de rotación entre los 60 a 80 años para la producción de madera aserrada, con un rendimiento estimado de 400 m³/ha en la corta final, más 300 m³ adicionales por raleos durante la rotación de 60 años y 400 m³ adicionales en la rotación de 80 años. De estos volúmenes se obtendrían proporciones de madera para ser usada en aserraderos y madera para tableros y/o pulpa.

CUADRO 8

TABLA DE VOLUMEN PARA ROBLE SEGÚN CLASE DE DAP Y ALTURA

Clase de DAP (cm)	Clase de altura (m)				
	10	15	20	25	30
	Volumen cúbico (m ³ s.s.c.)				
08	0,044	0,053			
10	0,054	0,069			
12	0,067	0,087	0,108		
14	0,082	0,110	0,138		
16	0,099	0,135	0,172		
18	0,118	0,164	0,211		
20	0,140	0,197	0,254	0,311	
22	0,164	0,233	0,308	0,371	
24	0,190	0,272	0,354	0,436	0,518
26		0,315	0,411	0,508	0,604
28		0,361	0,539	0,585	0,696
30		0,411	0,610	0,667	0,795
32		0,464	0,685	0,756	0,901
34		0,520	0,685	0,850	1,014
36		0,580	0,765	0,949	1,134
38			0,849	1,055	1,261
40			0,938	1,166	1,384

Fuente: Grosse y Cubillos, (1991)

 $V = 0,02582821 + 0,000028502 D^2H$ V : Volumen sólido en m³ sin corteza desde h=0.3 m hasta el ápice

D : DAP con corteza en cm

H : Altura total en m

r = 0,99 (coef. de exactitud)

n = 50

Para la producción de tableros de partículas, se puede pensar en una rotación menor, de alrededor de 40 años, y obtener un volumen final de 300 m³/ha, con un raleo a los 20 años (*Op. cit.*).

Garrido (1981), para el caso de renovales de monte bajo, recomienda rotaciones superiores a los 40 años. Para el caso de monte medio, la rotación alcanza los 30 a 35 años.

Grosse (1989) plantea que la rotación podría llegar a su edad de corta entre los 30 y 40 años para bosques manejados, establecidos con plantas de buena calidad y con las intervenciones silvícolas requeridas durante su desarrollo y aplicadas en forma oportuna.

Grosse y Cubillos (1991), obtuvieron una tabla de volumen por clase de DAP y altura para Roble en el área de Neltume. En el Cuadro 8 se indica el volumen sólido sin corteza por árbol para cada clase de DAP y altura.

Garrido (1981), describe diversos métodos de corta y manejo aplicables a los distintos tipos de bosque con Roble. En caso de plantaciones, en los primeros años se deben realizar faenas de liberación de competencia de otros vegetales menores y de retoños de tocón si son demasiado abundantes, además de proteger la plantación para evitar daños por roedores, lagomorfos y ganado.

Si se desea obtener regeneración natural luego de la tala rasa a una densidad de 3.000 plantas/ha, ya sea de semillas o tocón de los árboles talados, es necesario tratar la superficie del suelo para exponer las semillas al suelo mineral. Si la regeneración es por renuevo, a los 5 años se deberán seleccionar los retoños de cada tocón dejando 2 vástagos en cada uno. Antes del plazo mencionado deberán plantarse las áreas no regeneradas para tener una buena distribución de los nuevos árboles. (*Op cit.*)

Garrido (1981), recomienda al utilizar método del árbol semillero dejar al menos 30 árboles/ha bien distribuidos en forma de asegurar una buena dispersión de las semillas.

Otro método es el de cortas sucesivas, cuyo objetivo es regenerar naturalmente las especies del dosel superior, así como aquellas especies tolerantes que se asocian al Roble (Tejón, Olivillo y Lingue).

Finalmente, el método de cortas selectivas permite cambiar la estructura del bosque, llevándolo hacia la multietaneidad y, eventualmente, combinar el Roble con otras especies tolerantes (Laurel, Tapa, Olivillo o Lingue). Con este método se hacen extracciones parciales de poco volumen con ciclos cortos de intervención del rodal, aceptándose incluso cortas anuales de una cuantía irregular, para asegurar la regeneración y la transformación estructural del bosque original (*Op. cit.*)

Otero y Monfil (1994), proponen para la X Región un manejo silvícola intensivo para los siguientes bosques nativos:

Σ *Renovales*. Recomiendan realizar raleos entre los 5 y 7 años y podas de los mejores árboles.

Σ *Bosques floreados*. Estiman necesario distinguir 2 situaciones: los bosques con regeneración natural y las áreas sin ella, o con regeneración de especies de escaso interés económico. En el primer caso, los bosques deben ser abiertos o cosechados con técnicas que no dañen su regeneración (volteo dirigido o anillamiento). En el

segundo caso, estos bosques deben abrirse mediante la cosecha de parte de su volumen en pie para permitir la regeneración, y deberán ser reforestados con la especie nativa de mayor crecimiento para la zona que corresponda. Para ello proponen cortas de tipo protección, cortas en fajas o en hoyos de luz, todas las cuales consideran la mantención de aproximadamente un tercio del dosel existente. El dosel remanente permite la regulación de las condiciones ambientales, a la vez que protege tanto la regeneración natural como la futura plantación.

Σ *Bosques degradados*. Propone realizar plantación en fajas con las 2 especies de mejor crecimiento para la zona y el anillamiento (muerte en pie) o cosecha del bosque degradado, para permitir la entrada de luz al piso.

En términos generales, los renovales de *Nothofagus*, en la fase de crecimiento óptimo, deberían manejarse liberando los individuos del estrato de sus competidores más directos a nivel de los árboles dominantes y codominantes. No se debería extraer más del 30 ó 40 % del área basal de dicho estrato. Así se asegura una maximización del incremento volumétrico, la estabilidad del rodal frente al viento y se evitan los daños por insolación (Grosse, 1989).

Si el renewal está compuesto por especies tolerantes valiosas bajo un dosel de *Nothofagus*, Grosse (1989) recomienda un manejo en 2 estratos en que dichas especies, de más lento crecimiento (tolerantes), se proyectarían a través de 2 o más generaciones de *Nothofagus* y conformarían un dosel de protección a la repoblación de *Nothofagus* después de la cosecha. Al finalizar la siguiente rotación, sería posible cosechar el grupo de especies tolerantes e intolerantes. Cuando el renewal está formado por especies tolerantes creciendo bajo un dosel de *Nothofagus* sobremaduros de bajo valor comercial, lo conveniente, según el autor, sería buscar la proyección de las especies tolerantes a través de raleos y la eliminación cuidadosa de los individuos del estrato superior.

4.3.3 Podas

Roble posee una excelente poda natural, de modo que no requiere de una alta densidad inicial (>2000 árb/ha) para lograr una buena poda y una buena forma del fuste (Donoso, 1989).

En el caso de situaciones con baja densidad inicial, el estudio realizado por JICA (1993) con *Nothofagus alpina* en las regiones del Bío-Bío y Araucanía, recomienda realizar la primera poda hasta una altura de 4 m cuando el árbol alcanza los 10 - 12 m. La segunda poda se efectúa hasta los 8 m de altura cuando el árbol mida a lo menos 15 - 18 m, sólo para el caso de que el objetivo de manejo sea la producción de madera larga libre de nudos.

4.3.4 Raleos

Actualmente una de las actividades de manejo que tiene mayor importancia para los renovales de Roble - Raulí es el raleo, con el que se pretende favorecer el incremento de los mejores individuos que llegarán a la cosecha final (Vergara, 1982 *cit.* por Pincheira, 1993).

La práctica de raleos favorece el desarrollo de este tipo forestal y contribuye a evitar pérdidas por mortalidad, al reducir la competencia entre individuos (Rocuant, 1974).

Garrido (1981) recomienda, para el caso de bosque con árboles que no superen los 60 años, realizar raleos entre los 20 y 60 años en ciclos no mayores de 20 años, dejando un área basal no mayor a los 20 m²/ha.

Donoso *et al.* (1993b) realizaron un estudio de crecimiento de plantaciones y renovales manejados de especies nativas, específicamente de *Nothofagus*, en el área andina de las provincias de Cautín y Valdivia, en el cual se obtuvieron interesantes resultados (Cuadro 10). Los renovales fueron sometidos a distintos tipos de manejo, como cortas de liberación de individuos pertenecientes a la generación anterior, distintas podas y 1 o 2 raleos, evaluándose los crecimientos diametrales cada 10 años, así como la respuesta de los individuos a los raleos.

Los renovales presentaron crecimiento en diámetro relativamente bajos los primeros 10 años, con un promedio de 0,65 cm/año (Cuadro 10). Luego éstos ascienden en el período de 11 - 20 años alcanzando 0,91 cm/año en promedio. En el período siguiente los rodales ya han sido raleados, presentando tasas de incremento de 0,9 y 0,75 cm anuales en los períodos 21 - 30 y 31 - 40 respectivamente. La respuesta al primer raleo de parte de los renovales fue leve en los 5 años posteriores a la intervención. El crecimiento en diámetro aumentó sólo un 6 %, pero en el caso de Roble no hubo variación. Los renovales sometidos a un segundo raleo incrementaron en un 30 % el crecimiento en diámetro respecto a los 5 años previos al primer raleo, que en el caso de Roble significó un incremento en diámetro del 8 %. Dado lo anterior, los renovales sometidos a 2 raleos están creciendo a 0,96 cm/año promedio en diámetro y los sometidos a un raleo a 0,68 cm/año (Donoso *et al.*, 1993b).

Finalmente, sugieren que el momento oportuno para ralear es aquel en que el crecimiento anual corriente comienza a disminuir, para el caso de la zona en estudio se da entre los 8 y 10 años en plantaciones y en renovales entre los 12 y 15 años, o alternativamente, cuando el crecimiento medio anual comienza a disminuir (15 años en plantaciones y 20 en renovales).

CUADRO 10
CRECIMIENTO DIAMETRAL DE RENOVALES EVALUADOS

Rodal	C.A.P. (cm)					C.A.P. Pre y Post Raleos (cm)					Edad óptima de raleo	
						Primer Raleo		2º Raleo	Período máx. crec. post Raleo			
	0 a 10 años	11 a 20 años	21 a 30 años	31 a 40 años	Ult. 5 años	5 años Pre	5 años Post	5 años Post	Años	Valor	1	2
Remeco	0,81	1,03	0,99	0,73	1,11	1,01	1,01	1,01	9-13	1,28	13	18
Pidihuil	0,61	0,80	0,84	0,75	0,88	0,82	0,86	0,87	7-11	1,01	22	28
Depósito	0,58	1,02	0,93	0,70	0,68	0,93	0,85	—	1-5	0,85	11	30
Puñir	0,60	0,78	0,83	0,81	0,88	0,84	0,84	0,99	8-12	1,02	16	23
PROMEDIO	0,65	0,91	0,90	0,75	0,89	0,90	0,89	0,96				

Fuente: Donsoso *et al.* (1993b)
C.A.P.: Crecimiento anual periódico

Rocuant (1969) determinó que, en raleos en que se extrajo un 32 y 43 % del área basal para renovales de Roble con densidades entre 2.200 - 2.400 árb/ha de la Cordillera de Nahuelbuta, después de 10 años de la intervención, el DAP aumentó de 2,8 y 3,8 cm, lo que resultó un 55 y 110 % superior al registrado en las parcelas de control.

El mismo autor (1974) estudió también la influencia de diferentes técnicas silviculturales sobre renovales de Roble y Raulí, concluyendo que el raleo favorece el desarrollo de este tipo forestal al reducir la competencia entre individuos.

En un programa de investigación realizado en la Precordillera Andina de la IX Región por Urrutia y Avilés (1990), se probaron distintas intensidades de raleo, extrayendo entre el 30 y 35 % del área basal, lo que representaba aproximadamente 650 - 700 árboles/ha, a través de una intervención proporcional de un tercio del número de árboles en cada clase diamétrica. Los resultados de este programa se detallan en el Cuadro 11.

En otro estudio, realizado por la Universidad Austral de Chile, los resultados obtenidos indicaron que niveles de área basal residual inferiores a 30 m²/ha producen crecimientos netos totales menores que los experimentados en áreas no intervenidas. Raleos a niveles de 40 m²/ha de área basal residual permiten incrementos netos en volumen de hasta 19 m³/ha/año. Sin embargo, este incremento se encuentra repartido en un mayor número de árboles de menor diámetro medio. Por lo tanto, la respuesta acerca de cuál es el nivel óptimo del área basal a dejar, estará dada por el objetivo del raleo; para madera pulpable, niveles mayores de área basal inicial conducen a incrementos netos en volumen cercanos a 18 m³/ha/año; en cambio, para madera aserrada,

resultan más conveniente niveles menores de área basal para permitir un mayor crecimiento en diámetro (Urrutia y Avilés, 1990).

CUADRO 11
RESPUESTA AL RALEO EN RENOVALES DE ROBLE - RAULÍ

Parámetro	Rodal original	Rodal Intervenido	Primera evaluación	Crecimiento anual
Fecha	1976	1978	1983	1978-1983
Edad (años)	30-45	32-47	37-52	5
Diámetro medio (cm)				
Total	17	20	21	0,4
Raulí - Roble	20	22	23	0,5
A.B. media (m ² /ha)	47	31	36	1,1
Rango de A.B. (m ² /ha)	23-75	21-41	29-48	
Volumen medio (m ³ /ha)	605	370	433	12,6
Raulí - Roble	459	340	398	11,6
Densidad (arb/ha)				MORTALIDAD
Raulí	1.170	720	680	8,0
Roble	45	22	28	1,0
Otros	735	268	280	2,5
TOTAL	1.950	1.010	988	4,5

Fuente: Urrutia y Avilés (1990)

Castillo (1992) ensayó raleos en renovales de Roble entre 36 y 46 años de edad, extrayendo un 25-30 % del área basal del dosel superior lo cual significó dejar entre 375-400 árboles por ha con un área basal de 34 m²/ha. Este proyectó que a los 10 años de realizada la intervención, se obtendría un incremento de 5,4 cm en diámetro con lo que podrían alcanzarse diámetros medios en el dosel superior de 28-30,5 cm, lo que en volumen significa un aumento de 0,236 m³ s.s.c. por árbol. Los doseles inferiores no fueron intervenidos ya que, según el autor, prestan una importante función ecológica y de protección al fuste de los árboles seleccionados, además de favorecer su poda natural.

Pincheira (1993) realizó la evaluación de un raleo en renovales de Raulí y Roble, ubicado en la Hacienda Jauja (38°03' lat. sur y 71°57' long. oeste), Precordillera Andina, Provincia de Malleco, efectuado el año 1980. Este consistió en un raleo por lo bajo y selectivo, dejándose cuatro niveles de área basal: 10, 20, 30 y 40 m²/ha. La magnitud de las variaciones detectadas en el período 1981 - 1991 se analizaron en

términos de mortalidad natural de árboles, incremento del diámetro medio cuadrático, incremento del área basal neta e incremento del volumen cúbico total. Los resultados de esta evaluación se presentan en el Cuadro 12:

CUADRO 12
RESPUESTA AL RALEO EN RENOVALES DE ROBLE - RAULÍ

TRAT. (A.Basal residual)	MORTALIDAD (arb/ha) Tasa anual		INCR. DMC (cm/año)	INCR.AB (m ² /ha/año)	INCR.VOL (m ³ /ha/año)
10	-7	-0,66	0,47	0,17	2,4
20	3	0,25	0,37	0,29	3,76
30	-3	0,22	0,26	0,08	1,04
40	0	0,0	0,12	0,01	0,20
TE	-70	-34,9	-0,06	0,07	1,48

Fuente: Pincheira (1993)

INCR. DMC = Incremento periódico anual diámetro medio cuadrático

INCR. AB = Incremento periódico anual en área basal

INCR. VOL = Incremento periódico anual en volumen

10 = Se deja un área basal de 10 m²/ha

20 = Se deja un área basal de 20 m²/ha

30 = Se deja un área basal de 30 m²/ha

40 = Se deja un área basal de 40 m²/ha

TE = Testigo, sin raleo

De acuerdo al cuadro, se puede concluir que el tratamiento que experimentó la mayor tasa de mortalidad fue el testigo, lo que se puede atribuir a competencia, principalmente por luz y, en segundo lugar, por nutrientes. Por otro lado, la menor tasa de mortalidad natural se detectó en el tratamiento de 40 m²/ha de área basal. En cuanto a los incrementos en diámetro, los mayores incrementos se lograron en el tratamiento a 10 m²/ha, debido a que Roble es una especie intolerante y se desarrolla mejor en condiciones de menor densidad. Respecto al incremento en volumen, el mayor se da a nivel de los 20 m²/ha debido a la menor competencia, lo que equivale en un ciclo de corta de 5 años con 18,8 m³ de ganancia volumétrica.

Donoso (1988) recomienda para renovales de 30 a 70 años de edad, realizar 2 a 3 raleos extrayendo entre el 30 - 45 % del número de árboles y entre 25-30 % del área basal, para una rotación de 60-80 años.

Donoso (1989), menciona que lo recomendable es efectuar el raleo a temprana edad para mejorar el crecimiento diametral, y así evitar o eliminar los ataques de insectos. La edad de raleo inicial recomendable, según el autor, es entre los 10 y 15 años.

Donoso¹ (1996) sugiere aplicar un primer raleo a los 8 años de edad, un segundo a los 13 - 15 años y finalmente a los 20 - 22 años, en el caso de rotaciones de 35 - 40 años.

5. PRODUCCIÓN

5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

5.1.1 Características macroscópicas

La albura es de color blanquisco amarillento en estado fresco, posteriormente se oscurece. El duramen, de color café opaco contrasta con la albura. Anillos de crecimiento poco visibles, poros difusos y muy pequeños. Rayos medulares únicamente visibles con el lente de aumento. Roble posee una madera medianamente pesada, dura y de alta resistencia mecánica y durable de la cual se espera una vida útil superior a los 15 años (Pérez, 1983).

5.1.2 Características físicas

Las características físicas de Roble se indican en el Cuadro 13.

CUADRO 13
PROPIEDADES FÍSICAS DE ROBLE

Contracción Volumétrica Total	12,9 %
Coefficiente Contracción Vol. *(desde estado verde a CH=0%)	0,4 %
Dureza Normal (kg)	472
Densidad (gt/cm ³) Estado verde	
Anhidra	613
Básica	492
Aparente	1.042

Fuente: Pérez, (1983)

5.1.3 Características mecánicas

Las características mecánicas de Roble se indican en el Cuadro 14.

CUADRO 14
PROPIEDADES MECÁNICAS DE ROBLE

Propiedad		Valor
Peso Específico		480 kg/m ³
Flexión	Tensión límite proporcional	359 kg/cm ²
	Módulo de rotura	531 kg/cm ²
	Módulo de elasticidad	87,7 t/cm ²
Tenacidad	Tangencial (resistencia máxima)	2.102 N*cm
	Radial (resistencia máxima)	2.548 N*cm
Compresión	Paralela	
	- Tensión máxima	263 kg/cm ²
	- Módulo de elasticidad	110,9 t/cm ²
	Normal	
	- Tensión límite proporcional	97 kg/cm ²
Tracción Normal	Tangencial (tensión rotura)	57 kg/cm ²
	Radial (tensión rotura)	58 kg/cm ²
Dureza	Normal (carga máxima)	428 kg
	Paralela (carga máxima)	410 kg
Cizalle	Tangencial (tensión rotura)	89 kg/cm ²
	Radial (tensión rotura)	67 kg/cm ²
Clivaje	Tangencial (tensión rotura)	65 kg/cm
	Radial (tensión rotura)	-

Fuente: Pérez, (1983)
Basado en volumen verde

5.2 PRODUCCIÓN NACIONAL

En Chile continental existen aproximadamente 13,4 millones de hectáreas de bosque nativo de los cuales 184.780 ha corresponden al tipo forestal Roble – Hualo (ubicadas entre las regiones V y VIII) y 1.370.218 ha al tipo forestal Roble – Raulí – Coigüe (entre las regiones VI y X) (CONAF/CONAMA/BIRF, 1997).

El destino más importante de la cosecha del bosque es la industria del aserrío, empleándose además en la fabricación de chapas con madera de Roble Hualle, concentrando su producción en la X Región (INFOR, 1994a).

En 1990 se extrajeron 97.800 m³ en trozos y 120.600 m³ en 1993, siendo la producción de madera aserrada para esos años de 60,1 mil m³ y 29,4 mil m³ respectivamente.

La utilización de los renovales y bosques maduros significó para el año 1994 una producción nacional de madera aserrada de Roble del orden de los 52.829 m³ (*Op. cit.*). La producción de madera aserrada para el año 1994 por región se detalla en el Cuadro 15.

CUADRO 15
PRODUCCIÓN DE MADERA ASERRADA POR REGIÓN

	VII Región	VIII Región	IX Región	X Región	Total (m ³)
Aserraderos permanentes	4.748	1.402	13.233	8.420	27.803
Aserraderos móviles	132	4.016	13.266	7.612	25.026

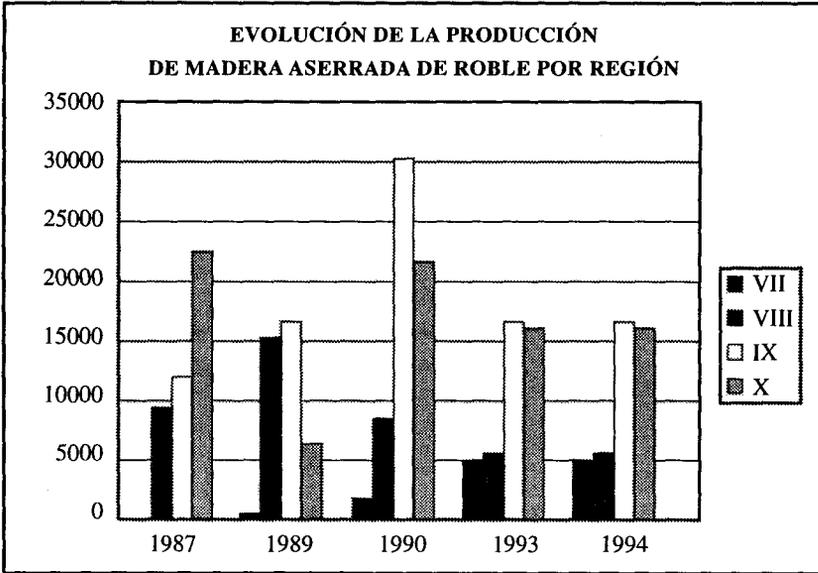
Fuente: INFOR (1994a)

La producción de madera aserrada en los últimos años ha tenido una baja, dándose la máxima el año 1990 con aproximadamente 30.000 m³ en la IX Región y 20.000 m³ en la X Región (Figura 8).

Las exportaciones en 1990 de producto de esta especie, ascendieron a US\$ 645.600 aportando un 0,07 % al total de la exportación forestal chilena (INFOR, 1994b). Para 1994, el retorno fue de US\$ 940.600, valor un 31,4 % superior respecto al período anterior, con una participación del 0,06 % en el total nacional exportado por este sector.

El producto más importante, en cuanto a su permanencia en el mercado y montos de retorno, es la madera aserrada que representó en 1990, el 50 % de la exportación total de Roble y en 1994 el 45 %. Ningún otro se ha exportado continuamente durante los últimos 5 años. No obstante se observa una tendencia positiva en la exportación de productos de mayor valor agregado, principalmente partes y piezas (*Op. cit.*).

FIGURA 8



5.3 PERSPECTIVAS COMERCIALES

Según Grosse (1989 *cit.* por Herrera, 1992), se visualiza un gran futuro para las especies nativas, dada la gran presión que existe contra el uso de los bosques tropicales y la creciente escasez de madera de latifoliadas.

Naciones productoras del sudeste asiático (Tailandia, Filipinas, Papúa guinea), están restringiendo la explotación de sus bosques y limitando la exportación de trozas de madera aserrada y en bruto.

Estas restricciones responden básicamente a una mayor industrialización de los países que producen maderas tropicales además, de fuertes presiones mundiales para proteger el medio ambiente y preservar los recursos.

Huss (*Op. cit.*), también afirma que existe un aumento de la demanda mundial por latifoliadas, cuyo valor relativo sube respecto del de coníferas, a pesar que su rendimiento volumétrico es menor, pero su valor por unidad de volumen es mucho más alto.

Ante esta situación, la disponibilidad de recursos de Chile frente al mundo permite constatar que en el Hemisferio Sur existe sólo Chile, Nueva Zelanda y Australia que poseen bosques de clima templado, capaces de ofrecer maderas duras a los países de mayor consumo en el mundo, como son China, Japón, Corea del Sur y Taiwan en el Hemisferio Norte y en la cuenca del Pacífico (*Op. cit.*).

5.4 USOS

La madera de Roble se usa en obra gruesa de edificios, tejas, puentes, muebles, postes y rodigones, estacas para minas, durmientes, embarcaciones, etc. También es apto para la fabricación de tableros de partículas, tanto para interiores como exteriores, cumpliendo con la norma DIN.

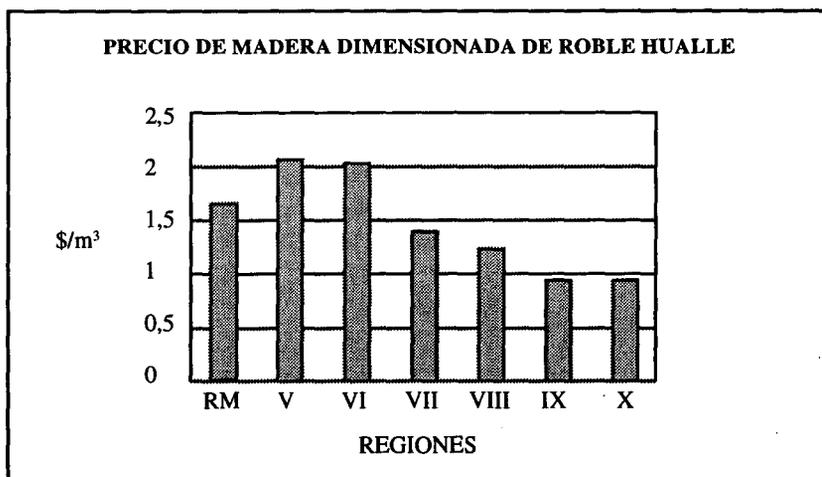
Actualmente los renovales de Roble son explotados para la producción de astillas.

En el caso de rotaciones cortas o medianas de monte bajo se obtiene leña y carbón y, con rotaciones mayores cortezas y taninos entre otros (Garrido, 1981).

5.5 PRECIOS

Los precios en el mercado interno durante el año 1994, según destino y producto de la madera dimensionada de Roble Hualle, se ilustra en la Figura 9. En él se puede apreciar una notable diferencia de precios en las distintas regiones del país, alcanzándose los mayores precios en la V y VI Región.

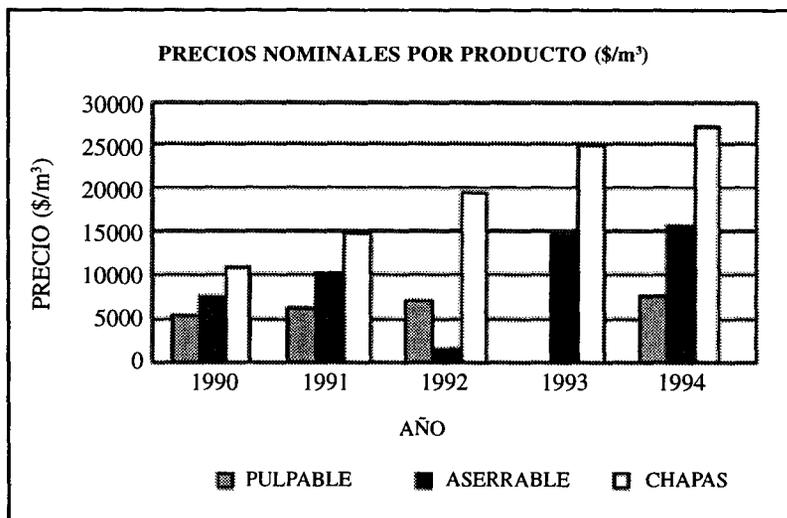
FIGURA 9



Fuente: INFOR (1994c)
R: Región

Respecto a los precios de las trozas pulpables, aserrables y para chapas, en la Figura 10, se observa que la variación de los precios nominales presentan una clara tendencia al alza en los últimos 5 años.

FIGURA 10



Fuente: INFOR (1994c)

Los precios en el mercado externo de los productos derivados de la madera de Roble se detallan en el Cuadro 16. Como se puede apreciar, los productos elaborados alcanzan un alto precio.

Los principales mercados a los cuales se destinan estos productos son Japón, Argentina y Estados Unidos (INFOR, 1994).

CUADRO 16
PRECIOS Y VOLUMEN EXPORTADOS DE MADERA DE ROBLE

Producto	Volumen exportado	Precio	Valor Total US \$ FOB
Trozos p/aserrar (m ³)	10,43	69,5 (US \$/m ³)	725
Chapa (t)	16,82		9.419
Chapa debobinada (t)	780,35		343.384
Madera contrachap. (t)	51,8		44.975
Madera aserrada basa (m ³)	11,21	171,9 (US \$/m ³)	1.928
Mesas (t)	2,86		10.920
Cómodas y veladores (t)	0,12		790
Camas y cunas (t)	1,39		16.390
Partes y Piezas de muebles (t)	36,51		35.224
Otros muebles (t)	0,28		2.910

Cuadro 16 / Precios y volumen exportados de madera de Roble (continuación)			
Producto	Volumen exportado	Precio	Valor Total US \$ FOB
Sillas y Sillones (t)	3,16		8.822
Puertas (t)	1,31		5.000
Marcos de madera (t)	0,11		1.580
Casa prefabricadas (t)	24,66		16.302
Artículos de ornamentación (t)	0,53		4.252
Marcos para cuadros (t)	0,2		400
Madera machihembrada (t)	0,35		131

Fuente: INFOR (1994b)

6. EVALUACIÓN ECONÓMICA

6.1 ANTECEDENTES

6.1.1 Crecimiento esperado

En Chile no existe una tabla de rendimientos de plantaciones de Roble por sitio, así como tampoco hay mucha información escrita sobre el desarrollo de ellas. Donoso *et al.*, (1992) afirma que se pueden considerar crecimientos similares a Raulí. Dado que existe más información respecto a esta especie, se utilizará como base la información proveniente de la evaluación de una plantación de Raulí de 13 años de edad, ubicada en la Precordillera Andina de Valdivia, para la estimación del crecimiento a la edad de rotación definida (Donoso¹, 1996). Estos datos fueron ajustados obteniéndose las siguientes funciones:

- Manejo intensivo:

$$E = 3,035441 + 0,023052 * DAP^2$$

Donde:

$$E = \text{Edad (años)}$$

$$DAP = \text{Diámetro a 1,3 m de altura (cm)}$$

$$r = 0,9337$$

$$H = 1,85698 + 0,526412 * DAP$$

Donde:

$$H = \text{Altura total (m)}$$

$$DAP = \text{Diámetro a 1,3 m de altura (cm)}$$

$$r = 0,99$$

$$V = 0,001508 + 7,018 * 10^{-6} * DAP^2 + 5,25 * 10^{-43} * DAP^2 * H + 0,000051 * DAP * H^2 - 0,000148 * H^2$$

Donde:

$$V = \text{Volumen sólido sin corteza (m}^3\text{ssc)}$$

$$H = \text{Altura total (m)}$$

$$DAP = \text{Diámetro a 1,3 m de altura (cm)}$$

$$r = 0,99$$

- Manejo extensivo:

$$E = 2,407735 + 0,03227 * DAP^2$$

Donde:

$$E = \text{Edad (años)}$$

$$DAP = \text{Diámetro a 1,3 m de altura (cm)}$$

$$r = 0,9337$$

$$H = 1,68097 + 0,729704 * DAP$$

Donde:

$$H = \text{Altura total (m)}$$

$$DAP = \text{Diámetro a 1,3 m de altura (cm)}$$

$$r = 0,99$$

$$V = 0,001508 + 7,018 * 10^{-6} * DAP^2 + 5,25 * 10^{-43} * DAP^2 * H + 0,000051 * DAP * H^2 - 0,000148 * H^2$$

Donde:

$$V = \text{Volumen sólido sin corteza (m}^3\text{ssc)}$$

$$H = \text{Altura total (m)}$$

$$DAP = \text{Diámetro a 1,3 m de altura (cm)}$$

$$r = 0,99$$

6.1.2 Rotación

El presente estudio evalúa la posible plantación de Roble con una rotación de 40 años.

6.2 MARCO DE EVALUACIÓN

La evaluación económica realizada corresponde a un análisis de los costos e ingresos percibidos durante la rotación de la plantación de Roble. Los costos incluirán la inversión inicial para concretar la plantación, los costos de administración, de manejo, de mantenimiento y de cosecha. Los ingresos corresponden a la venta de los diversos productos a lo largo de la rotación.

La evaluación consideró 3 escenarios; Escenario I: costos bajos de establecimiento, manejo y administración, y precios altos de los productos; Escenario II: costos y precios probables; Escenario III: costos altos de establecimiento, manejo y administración y precios bajos de los productos. Estos se evaluaron sin y con bonificación forestal, que reembolsa el 75 % de los costos de establecimiento, administración y de las 2 primeras podas, siendo estos montos fijados por CONAF.

Como indicador de rentabilidad se utilizó el VES (valor económico del suelo) que corresponde al valor actual de los beneficios netos de todas las futuras rotaciones del bosque planificadas sobre dicho suelo, bajo un determinado esquema de manejo (Chacón, 1995). Se eligió este indicador ya que permite comparar económicamente distintas opciones productivas, con diferentes edades de rotación, en ciclos productivos infinitos.

$$\text{VES} = \frac{V(R) + \sum_t \text{IN}_t (1+i)^{R-t} - C}{(1+i)^R - 1} - C - \frac{a}{i}$$

donde:

- R : Edad de rotación
- i : Tasa de actualización
- V(R) : Valor de la madera en pie a edad R(\$/ha).
- IN_t : Ingresos netos al año t (\$/ha)
- C : Costos de establecimiento (\$/ha)
- a : Costo anual de administración (\$/ha/año)

Este se interpreta como el precio máximo a pagar por el suelo, por lo tanto si el VES es mayor que el valor comercial del terreno la rentabilidad del proyecto es positiva, en caso contrario; si el VES es menor que el valor comercial, la rentabilidad es negativa.

Se consideraron tres tasas de actualización; 6, 8 y 10 %, las que permiten representar al valor que los inversionistas le asignan a su dinero.

Se debe tener presente que, si bien el indicador empleado proyecta infinitas rotaciones de la plantación, para efectos de la evaluación de la rentabilidad con bonificación estatal a la forestación, ésta sólo beneficia a la primera de ellas. Para la segunda y sucesivas rotaciones la bonificación no se considera en la evaluación.

6.3 ANTECEDENTES BÁSICOS

6.3.1 Indicadores económicos

Los valores utilizados se expresan en pesos (\$) chilenos, actualizados al 15 de noviembre de 1995, fecha en que regían los siguientes valores referenciales:

Unidad de Fomento (UF) : \$ 12.394,7

Dólar observado (US\$) : \$ 405,76

6.3.2 Valor de la jornada de trabajo

Los criterios para determinar el valor de la jornada de trabajo para los distintos escenarios fue el siguiente:

- *Escenario I:* El costo de la mano de obra equivale al salario mínimo legal, cuyo valor alcanza los \$ 58.900 mensuales correspondientes a 24 jornadas.
- *Escenario II:* El costo de la mano de obra corresponde al salario moda pagado por las empresas forestales a nivel nacional.
- *Escenario III:* El costo de la mano de obra equivale al salario máximo pagado por las empresas forestales a nivel nacional.

De acuerdo a los 3 escenarios se consideraron los siguientes costos de mano obra por jornada según escenario:

CUADRO 17
VALOR BRUTO DE LA JORNADA DE TRABAJO

Escenario I	Escenario II	Escenario III
(Costo Bajo)	(Costo Medio)	(Costo Alto)
\$2.454	\$3.681	\$4.908

6.4 COSTOS DIRECTOS

6.4.1 Costos de establecimiento de una plantación de Roble

Se propone una densidad de plantación de 2.500 plantas por ha (2 x 2 m), con plantas tipo 1:0 (1 año en vivero a raíz desnuda) para el caso de un manejo extensivo (Donoso¹, 1996). Para un manejo intensivo se propone una densidad de plantación de 1.600 plantas por ha (Otero², 1996).

Los costos de establecimiento incluyen los costos de reducción de desechos, de preparación de suelos, los costos de plantación, los insumos tales como plantas de vivero, fertilizantes, control de conejos, control de malezas y materiales de cerco. Estos se encuentran detallados en el Anexo V.

6.4.2 Costos de manejo

En los costos de manejo se ha considerado la mano de obra contratada para realizar el desbroce, podas y raleos (Anexo V).

6.4.3 Costos de cosecha

Los costos de cosecha incluyen las faenas de volteo y madereo de los árboles al final de la rotación, así como los campamentos necesarios para dichas faenas.

También incluye los costos de construcción de caminos realizados en año anterior al primer raleo comercial (Anexo V).

6.4.4 Costos de administración

Para evaluar el presente proyecto se supuso que se destinan 4 jor/ha/año a la administración de estas plantaciones. El valor de las jornadas se consideró según cada uno de los escenarios mencionados anteriormente. Este costo se refiere a las siguientes actividades:

- labores menores en la plantación
- supervisión

Se incluyeron dentro de este punto el costo de seguro contra incendios, daño por viento, desastres naturales y heladas, cuyo valor fue fijado en \$ 3.246 anuales/ha a partir del año 0 hasta el final de la rotación. Este valor proviene de la tasa promedio que pagan las empresas forestales por este concepto. El hecho de utilizar la tasa empleada por las empresas se debe a que las compañías de seguro fijan primas muy altas a pequeños propietarios e incluso existen algunas compañías que definitivamente no cubren siniestros en este tipo de propiedades (Anexo V).

6.4.5 Costos de mantención

Incluye la mantención de cortafuegos ^o año ~~partir~~ ^{desde} el año 38, lizándose esta actividad cada 2 años (Anexo V).

6.4.6 Costos de protección forestal

El análisis considera 3 aspectos, control y combate de incendios, guardería y control de plagas y enfermedades. Los 2 primeros son considerados como costos anuales (Anexo V).

6.5 DETERMINACIÓN DEL VALOR DE LOS PRODUCTOS

Actualmente la madera de Roble, se comercializa en el mercado nacional principalmente como madera aserrable, madera pulpable y madera debobinable. Para efectos de esta evaluación económica, serán considerados los precios que alcanza el m³ de los principales productos forestales de Roble puestos a orilla de camino (Cuadro 18).

CUADRO 18
PRECIOS DE PRODUCTOS A ORILLA DE CAMINO

Productos	Precios (\$/m ³)		
	Mínimo	Normal	Máximo
Madera pulpable	4.948	5.498	6.047
Madera aserrable	11.090	12.187	13.405
Madera debobinable	22.140	24.600	27.060

Fuente: INFOR (1995)

6.6 ESQUEMAS DE MANEJO SEGÚN EL TIPO DE ESCENARIO

Se evaluaron 2 sitios de crecimiento para Roble, los que se diferencian básicamente en el manejo y en los rendimientos esperados, se presentan en los Cuadros 19 - 24, evaluados en los distintos escenarios planteados.

Los esquemas propuestos consideran 2 tipos de manejo: uno intensivo y otro extensivo. El manejo extensivo va dirigido a obtener madera pulpable y madera aserrable nudosa, y el intensivo hacia madera debobinable y aserrable, y por último pulpable.

En el esquema de manejo extensivo no se consideran podas ya que Roble presenta una muy buena poda natural en alta densidad de plantación (2.500 pl/ha). En cuanto a los raleos, se realizarán 2 raleos, siendo el primero a los 8 años a desecho y un segundo comercial a los 22 años.

El esquema de manejo intensivo propone el raleo a desecho a una edad más temprana; 6 años, y raleos comerciales a los 14, 20 y 26 años, extrayendo en cada intervención 200 árboles por ha, además considera la realización de 3 podas.

A continuación se indican las distintas situaciones definidas por los tipos de manejo y las tasas de crecimientos consideradas:

- Sitio de crecimiento bueno:

IMA 23 m³/ha/año

Tipo de manejo : intensivo

Objetivo : madera debobinable, aserrable y pulpable.

ROI40CB : *Escenario I*, costos bajos – precios altos.

ROI40CP : *Escenario II*, costos probables – precios probables.

ROI40CA : *Escenario III*, costos altos – precios bajos.

- Sitio de crecimiento moderado:

IMA 15 m³/ha/año

Tipo de manejo : extensivo

Objetivo : madera aserrable nudosa y pulpable.

ROE40CB : *Escenario I*, costos bajos – precios altos.

ROE40CP : *Escenario II*, costos probables – precios probables.

ROE40CA : *Escenario III*, costos altos – precios bajos.

CUADRO 19

ESQUEMA DE MANEJO PARA *Nothofagus obliqua* MODALIDAD ROI40CB

Edad (años)	N° arb/ha residual	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen extraer (m ³ /ha)	Actividad	Observaciones
0	1.600	—	—	—	Roce	Liviano
					Cortafuego	Ancho: 4 m
					Plantación	Plantas a raíz desnuda 1:0
					Control de malezas	Control puntual
6	1.000	7,25	11,3	—	Raleo a desecho	
					Primera poda	Podar hasta los 4 m de altura
14	800	13,58	21,8	44	Primer raleo comercial	
					Segunda poda	Podar hasta el 40% de la altura total
20	600	17,09	27,6	85	Segundo raleo comercial	
					Tercera poda	Podar hasta el 40% de la altura total
26	400	20,06	32,5	123	Tercer raleo comercial	
40	—	27,58	44,9	658	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con skidder

CUADRO 20

ESQUEMA DE MANEJO PARA *Nothofagus obliqua* MODALIDAD ROI40CP

Edad (años)	N° arb/ha residual	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen extraer (m³/ha)	Actividad	Observaciones
0	1.600	—	—	—	Roce	Liviano
					Reducción de desechos	Trituración de desechos
					Cortafuego	Ancho: 4 m
					Plantación	Plantas a raíz desnuda 1:0
					Control de malezas post plantación	Control puntual
6	1.000	7,25	11,3	—	Raleo a desecho	
					Primera poda	Podar hasta los 4 m de altura
14	800	13,58	21,8	44	Primer raleo comercial	
					Segunda poda	Podar hasta el 40% de la altura total
20	600	17,09	27,6	85	Segundo raleo comercial	
					Tercera poda	Podar hasta el 40% de la altura total
26	400	20,06	32,5	123	Tercer raleo comercial	
40	—	27,58	44,9	658	Cosecha	Considera campamentos, volteo y madereo con skidder

CUADRO 21

ESQUEMA DE MANEJO PARA *Nothofagus obliqua* MODALIDAD ROI40CA

Edad (años)	N° arb/ha residual	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen extraer (m³/ha)	Actividad	Observaciones
0	1.600	—	—	—	Roce	Mediano
					Reducción de desechos	Ordenamiento en fajas
					Cortafuego	Ancho: 4 m
					Control de malezas pre plantación	Control total aéreo
					Plantación	Plantas a raíz cubierta genéticamente mejoradas
					Fertilización	Aplicación de 1 g gel por planta. Aplicación en dos hoyos
					Control de malezas	Control puntual
6	1.000	7,25	11,3	—	Desbroce	Desbroce manual con rendimiento mediano
					Raleo a desecho	
14	800	13,58	21,8	—	Primera poda	Podar hasta los 4 m de altura
					Primer raleo comercial	
20	600	17,09	27,6	44	Segunda poda	Podar hasta el 40% de la altura total
					Segundo raleo comercial	
26	400	20,06	32,5	123	Tercera poda	Podar hasta el 40% de la altura total
					Tercer raleo comercial	
40	—	27,58	44,9	658	Cosecha	Considera campamentos, volteo y madereo con torre

CUADRO 22

ESQUEMA DE MANEJO PARA *Nothofagus obliqua* MODALIDAD ROE40CB

Edad (años)	N° arb/ha residual	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen extraer (m³/ha)	Actividad	Observaciones
0	2.500	—	—	—	Roce	Liviano
					Cortafuego	Ancho: 4 m
					Plantación	Plantas a raíz desnuda 1:0
					Control de malezas post plantación	Control puntual
8	1.400	7,53	8,02	—	Raleo a desecho	
22	600	15,38	18,78	39	Primer raleo comercial	
40	—	24,72	31,6	541	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con skidder

CUADRO 23

ESQUEMA DE MANEJO PARA *Nothofagus obliqua* MODALIDAD ROE40CP

Edad (años)	N° arb/ha residual	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen extraer (m³/ha)	Actividad	Observaciones
0	2.500	—	—	—	Roce	Liviano
					Reducción de desechos	Trituración de desechos
					Plantación	Ancho : 4 m. Plantas a raíz desnuda 1:0
					Control de malezas post plantación	Control puntual
8	1.400	7,53	8,02	—	Raleo a desecho	
22	600	15,38	18,78	39	Primer raleo comercial	
40	—	24,72	31,6	541	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con skidder

CUADRO 24

ESQUEMA DE MANEJO PARA *Nothofagus obliqua* MODALIDAD ROE40CA

Edad (años)	N° arb/ha residual	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen extraer (m³/ha)	Actividad	Observaciones
0	2.500	—	—	—	Roce	Mediano
					Reducción de desechos	Trituración de desechos
					Cortafuego	Ancho: 4m
					Control de malezas	Control total aéreo
					Plantación	Plantas a raíz cubierta genéticamente mejoradas
					Fertilización	Aplicación de 1 gr gel por planta. Aplicación en dos hoyos
Control de malezas	Control puntual					
1	—	—	—	—	Desbroce	Mediano
8	1.400	7,53	8,02	—	Raleo a desecho	
22	600	15,38	18,78	39	Primer raleo comercial	
40	—	24,72	31,6	541	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con torre

6.7 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

Sobre la base de los antecedentes anteriormente señalados, se procedió a realizar la evaluación económica de las plantaciones de Roble.

Los resultados resumidos en el Cuadro 25, ilustran los valores de rentabilidad del proyecto con y sin bonificación estatal, en los diferentes escenarios planteados.

CUADRO 25

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA *Nothofagus obliqua*

Escenarios	IMA (m ³ /ha/año)					
	15			23		
	10 %	8 %	6 %	10 %	8 %	6 %
Sin Bonificación						
Escenario I	-363	-314	-159	-20	269	915
Escenario II	-555	-548	-477	-301	-97	387
Escenario III	-949	-993	-1.024	-745	-622	-298
Con Bonificación						
Escenario I	-160	-100	73	179	460	1.036
Escenario II	-353	-335	-244	-97	110	558
Escenario III	-747	-779	-792	-531	-390	-59

El VES, se interpreta como el máximo valor que se puede pagar por superficie de terreno, en una zona determinada, bajo un esquema de manejo, para obtener una rentabilidad porcentual anual equivalente a una tasa de descuento.

Dentro del marco de evaluación considerado, la plantación de Roble, al igual que la mayoría de las especies de rotaciones medias a largas, presentan resultados razonables en sitios buenos (IMA 23 m³/ha/año), con tasas de un 6% bajo un régimen de manejo intensivo cuyo objetivo sea la obtención de productos de calidad, no obstante sus niveles de rentabilidad son notoriamente inferiores a los de Raulí y Coigue.

En sitios de menor calidad no se justifica el establecimiento de Roble en bosques puros, sin embargo, podría ser de interés como especie acompañante de otras, tales como Raulí y Coigue.

La bonificación estatal, a pesar de su impacto en los niveles de rentabilidad, no logra elevar los resultados al punto de hacerlos favorables en sitios de menor crecimiento.

Uno de los factores que explica los bajos niveles de rentabilidad que presenta esta especie es el valor de los productos, que en el caso de troza debobinable es significativamente inferior en comparación con Coigue y Raulí.

Del conjunto de especies nativas evaluadas, Roble fue la que presentó resultados más insatisfactorios. Este análisis no consideró la situación económica que genera un bosque ya establecido, como el caso de renovales.

7.

OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ROBLE, VII - X REGIÓN

7.1 INTRODUCCIÓN

A continuación se sintetiza el trabajo realizado para identificar las zonas potenciales de establecimiento de Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.) en Chile, en el marco del proyecto "Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación Silvícola Nacional".

Para determinar las zonas potenciales de plantación, de una especie, es necesario conocer sus requerimientos y las características de la zona en estudio, principalmente precipitación, humedad relativa, evapotranspiración potencial, temperaturas, drenaje, textura, profundidad y otras que puedan tener un especial interés; en resumen aquellas que identifican la zona.

Una vez determinadas ambas variables se procedió al análisis de ellas con la asistencia de un Sistema de Información Geográfica y Bases de Datos Relacionales, donde se manejaron y estudiaron los factores, con el objetivo de identificar las zonas de condiciones favorables para la especie.

Para la obtención de las características del área de estudio se consultó literatura de suelos, zonificaciones climáticas y antecedentes topográficos; la escala utilizada es variable aunque predomina 1: 250.000 y 1:500.000. En la identificación de los requerimientos de las especies se consultó bibliografía tanto nacional como extranjera, para realizar una caracterización completa de la especie. Finalmente se representaron gráficamente los resultados de los análisis a escala 1:1.000.000.

7.2 RESUMEN DE LAS ÁREAS REGIONALES POTENCIALES PARA ROBLE

Se han estimado las superficies totales potenciales por región aptas para la plantación de Roble, las que se indican en el Cuadro 27. Se debe hacer la salvedad que estas zonas no han sido corregidas por restricciones como uso de la tierra, capacidad de uso del suelo, áreas silvestres protegidas, bosque nativo e infraestructura, entre otras, lo que unido a la escala de trabajo sólo permite obtener superficies indicativas de la distribución potencial de la especie en base a clima y suelo, por lo que los datos *no se pueden traducir en superficie útil para plantación*. Un estudio que

incluya las restricciones mencionadas y una escala superior de análisis, sin duda proporcionará información de mayor precisión.

CUADRO 27
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA ROBLE

Región	Área Potencial (ha)	Porcentaje Potencial
VII Región del Maule	878.220	10,22
VIII Región del Bío - Bío	1.916.073	22,31
IX Región de La Araucanía	2.782.287	32,40
X Región de Los Lagos	3.011.634	35,07
TOTAL	8.588.214	100,00

7.3 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ROBLE, VII - X REGIÓN

7.3.1 Zona de estudio

La zona de estudio para *Nothofagus obliqua* se extiende desde la VII a la X Regiones; la VI Región no se incluyó en el presente análisis debido a que Roble ocupa zonas muy especiales.

7.3.2 Información general utilizada

Para la obtención de las características del área de estudio, se consultó literatura y cartografía que varía en origen y en escala. En la recopilación de los antecedentes climáticos, se utilizaron principalmente dos fuentes de información el "Atlas Agroclimático de Chile de las regiones VI, VII, VIII y IX" (Santibañez y Uribe, 1993) y el "Mapa Agroclimático de Chile" (Novoa S. A., R.; Villaseca C. S., Editores, 1989).

En la obtención de la información de suelos de la zona de estudio, se utilizó principalmente el "Plan de Desarrollo Agropecuario 1965-1980. Unidades de uso agrícola de los suelos de Chile entre las provincias de Aconcagua y Chiloé" (Ministerio de Agricultura; ODEPA; SAG; INIA; IREN, 1968), el que se complementó con variadas fuentes que entregaron información más detallada o cubrieron zonas que el citado plan no consideró.

7.3.3 Información específica utilizada

Para la determinación de las principales limitantes de crecimiento de Roble, se realizó una colección de información desde la bibliografía disponible, determinándose aquellos parámetros críticos para el establecimiento de esta especie.

7.3.4 Requerimientos ecológicos de Roble

A continuación se detallarán las propiedades fundamentales que el sitio debe tener para el buen crecimiento, sin consideraciones de tipo económicas, y la metodología empleada en la obtención de dichas características o limitantes.

7.3.4.1 Período vegetativo

Se estableció como supuesto una duración del período vegetativo en las regiones VII, VIII, IX y X desde Octubre a Mayo, ambos inclusive, en atención a las observaciones de Donoso *et al.* (1993).

7.3.4.2 Temperatura período vegetativo

Donoso *et al.* (1993) establece cuatro zonas de crecimiento para Roble (Anexo VI), la mejor de ellas posee temperaturas medias del período vegetativo (Octubre - Mayo) superiores a 10°C y las otras tres zonas tienen temperaturas mayores a 7°C u 8°C.

Al contrastar las zonas de crecimiento del mencionado autor con los distritos agroclimáticos de Santibañez y Uribe (1993) se encontró que los sitios correspondían a temperaturas medias superiores a 6°C y hasta 20°C.

En razón a lo expuesto se utilizó, una temperatura media del período vegetativo, comprendido entre Octubre y Mayo, mayor a 6°C y menor o igual 20°C.

7.3.4.3 Humedad relativa

Según Donoso *et al.* (1993) la humedad relativa del verano es de 56% en los sitios de menor crecimiento, ubicados principalmente en la Cordillera de los Andes desde aproximadamente los 38°13' L.S. hasta los 34°50' L.S., y de 64% en las mejores zonas ubicadas básicamente en la provincia de Cautín y Valdivia en la ladera oriental de la Cordillera de la Costa bajo los 350 msnm, y en las provincias de Osorno y Llanquihue, ambas principalmente en el valle central.

De acuerdo a las pruebas realizadas con la base climática y las zonas de crecimiento de Roble de Donoso (*Op cit.*) se encontraron requerimientos de 50% de humedad relativa anual en la VII y VIII Regiones, y de 60% en la IX y X Regiones.

Por lo tanto para el análisis se consideraron valores de humedad relativa anual mayores o iguales a 50% en la VII y VIII Regiones, y mayores o iguales a 60% en la IX y X Regiones. Para la X Región no se dispone de valores continuos, por esto se asumió como representativo el parámetro de humedad relativa de Merlet B., H. *et al.* (1992), que señala valores superiores a 60% en toda la región para Enero y Junio.

7.3.4.4 Período libre de heladas

Donoso *et al.* (1993) señala como mínimo 172 días libres de heladas anuales para las zonas de crecimiento encontradas.

Al comparar la distribución de Roble dada por ese autor, con los distritos agroclimáticos de Santibañez y Uribe (1993) y los agroclimas de Novoa *et al.* (1989), se encontraron valores para la VII, VIII y IX Regiones de mínimo 170 días libres de heladas y de 150 para la X Región.

En consecuencia se utilizó para la obtención de las zonas potenciales para Roble un período libre de heladas mayor o igual a 170 días en la VII, VIII y IX Regiones, y mayor o igual a 150 días en la X Región.

7.3.4.5 Precipitación anual

Los valores de precipitación para las zonas de crecimiento señaladas por Donoso *et al.* (1993) varían de 1.040 mm a 2.347 mm. Al comparar dichas zonas con los datos climáticos utilizados en el estudio se ubicaron valores mínimos de entre 1.000 mm y 1.265 mm.

De acuerdo a lo expuesto para la precipitación anual se consideraron en la VII y VIII Regiones montos iguales o superiores a 1.000 mm y en la IX y X Regiones valores iguales o superiores a 1.265 mm.

7.3.4.6 Meses secos

Donoso *et al.* (1993) señalan que la distribución de Roble muestra un período de 0 a 4 meses secos. De los análisis realizados se obtuvieron para la VII Región 3 o menos meses secos y en la VIII, IX y X Regiones un mes seco o menos, siendo éstos los considerados en la generación de la zona potencial para la especie.

Se estableció como mes seco aquel cuya precipitación es menor o igual a un quinto de la evapotranspiración potencial:

$$\text{donde } Pp_{\text{mensual}} > (1/5) * Ev_{\text{mensual}}$$

Pp_{mensual} = Precipitación media mensual
 Ev_{mensual} = Evapotranspiración media potencial mensual

Esta relación se determinó en base a las experiencias de varios investigadores (De La Lama, 1982) y Bourke (1996) Comunicación Personal.

7.3.4.7 Textura del suelo

Roble se encuentra en la Cordillera de la Costa en suelos con textura franca (Pimstein, 1974, cit. por Donoso, 1981). En la Cordillera de los Andes en las planicies altas en texturas franco arenosas a franco arcillosas (Ibarra y Mourgues, 1976, cit. por Donoso, 1981).

Se realizó una comparación entre las zonas de crecimiento encontradas por Donoso *et al.* (1993) y los suelos citados en la literatura, encontrándose texturas desde franco arenosa a arcillosa.

En consideración a la literatura consultada, se excluyeron sólo los suelos muy livianos y livianos, correspondiendo los primeros a una textura arenosa y arenosa gruesa, y los segundos a areno francosa fina y areno francosa. En el Cuadro 28, a continuación, se especifica la clasificación textural utilizada.

CUADRO 28
CLASIFICACIÓN TEXTURAL

Textura	Clasificación
Franco arenosa; franco arenosa fina	Moderadamente liviana
Franco limosa; franca, franco arenosa muy fina	Media
Franco arcillo arenosa; franco arcillo limosa; franco arcillosa	Moderadamente Pesada
Arcillosa	Pesada

Fuente: adaptado de Peralta (1976)

7.3.4.8 Profundidad del suelo

Según Pimstein (1974, cit. por Donoso 1981), *Nothofagus obliqua* en la Cordillera de la Costa se encuentra preferentemente en suelos medianamente profundos (50 - 60 cm.) y en la Cordillera de los Andes en suelos medianos a profundos. Otros autores lo ubican en las planicies altas de la citada cordillera en suelos muy profundos (Ibarra y Mourgues, 1976, cit. por Donoso, 1981). En conclusión los diversos autores mencionan suelos desde medianos a muy profundos.

En la generación de las áreas potenciales y en atención a la literatura consultada, para Roble se consideraron todos los suelos con una profundidad mayor o igual a 50 cm.

7.3.4.9 Drenaje del suelo

Donoso (1978) menciona suelos bien drenados para Roble en los faldeos cordilleranos y el llano central entre los 36°30' L.S. y los 40°30' L.S. Este mismo autor hace hincapié en que cualquiera sea la condición de suelo que habite Roble, el excesivo contenido de humedad disponible parece ser el factor que limita o impide su desarrollo.

Como se desprende de los antecedentes bibliográficos, Roble no se desarrolla en suelos de mal drenaje; en consecuencia se utilizaron suelos con drenajes buenos, moderados y excesivos, estos últimos se presentan especialmente en la Cordillera de los Andes en la VIII a X Regiones, de acuerdo a la literatura de suelos consultada.

Según Bourke (1996) Comunicación Personal. Roble es una especie que no puede sobrevivir si existe una napa freática superficial (menos de 20 a 30 cm) debido a la muerte de las raíces. Por otro lado Puentes (1984) menciona a un hongo que produce pudrición de raíces en condiciones de drenaje restringido : *Armillaria mellea*, el que se presentaría tanto en coníferas como en latifoliadas, entre ellas *Nothofagus*.

Debido a que a esta escala de trabajo no se distingue la ubicación y profundidad de las napas freáticas se incorporó esta variable en forma indirecta mediante la condición de drenaje utilizada.

Las condiciones de drenaje utilizadas se obtuvieron de la bibliografía mencionada en el respectivo capítulo.

7.3.4.10 Reacción del suelo

Según Pimstein (1974) citado por Donoso (1981), en la Cordillera de la Costa los suelos de Roble poseen pH de 4,8 a 5,7 y en las pendientes de la Cordillera de los Andes los pH varían entre 5,1 y 5,6 (*Op cit.*). En las planicies altas y en los sectores de trumao el pH varía de ácido a neutro (Ibarra y Mourgues, 1979, cit. por Donoso, 1981). Por otro lado del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue se desarrolla predominantemente en suelos tipo trumaos (*Op cit.*), los que tienen pH 5 a 6 (Roberts y Díaz, 1959/60).

Para el análisis se utilizaron suelos con reacción ácida a neutra (5,0 - 6,9).

7.3.4.11 Altitud

Nothofagus obliqua crece, desde 100 msnm hasta 2.000 msnm o más dependiendo de la latitud (Donoso, 1982); sin embargo, su mejor desarrollo se logra entre los 250 msnm y los 500 msnm (Rodríguez, 1969). Donoso *et al.* (1993) menciona como zona de crecimiento óptimo a aquella comprendida en la Cordillera de los Andes entre los 400 msnm y 800 msnm en la IX y X Regiones, y entre los 650 msnm y 1.000 msnm en la VII y VIII Regiones.

En consecuencia en el análisis se consideraron las altitudes entre 100 msnm y 2.000 msnm.

7.4 ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ROBLE, VIII - X REGIÓN

7.4.1 Área potencial para Roble en la VII Región del Maule

Luego de identificadas cada una de las limitantes que caracterizan el establecimiento de *Nothofagus obliqua* y sus áreas de distribución, se generaron las zonas de la región que cumplen con todas las características necesarias para el desarrollo de la especie.

La VII Región presenta un 29,04% de la superficie regional potencialmente apta para la plantación de Roble. La zona favorable se ubica en parte de la Cordillera de los Andes, en la precordillera y en el valle central contiguo a la precordillera (Anexo VI).

Del análisis de las limitantes y de su influencia en la zona potencial para plantación con *Nothofagus obliqua* en la VII Región, se concluye que los parámetros más restrictivos en cuanto a área corresponden a *Meses Secos* y *Precipitación Anual*.

En el Cuadro 29, se indica el resumen de las áreas que cada limitante aporta, su distribución y clasificación.

CUADRO 29

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN LA VII REGIÓN

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Meses secos	46,92	La ubicación de la zona favorable es en la Cordillera de los Andes, la precordillera y en parte del valle central.	Los meses secos constituyen una limitante importante para el establecimiento de la especie en la región.
Precipitación anual	48,73	La zona apta abarca la Cordillera de los Andes, la precordillera y parte del valle central.	Este parámetro es altamente restrictivo para Roble en la región.
Altitud	84,4	La zona apta se ubica en toda la costa, valle central y precordillera.	Este parámetro es muy poco restrictivo.

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Textura del suelo	91,95	Se elimina en el valle central, desde Curicó hasta un poco más al sur de esta ciudad y una franja desde Talca al sur pasando por Linares y llegando hasta el límite con la VIII región; se descarta también gran parte de la costa.	Este factor no constituye un impedimento importante para Roble en la VII Región.
Drenaje del suelo	92,09	Las zonas que se eliminan se ubican principalmente en el noreste de Curicó; en el sur del valle central entre Linares y Cauquenes; y en la costa a la altura de Talca y desde Constitución al norte.	El drenaje del suelo no representa un impedimento para Roble en la región.
Profundidad del suelo	94,64	La zona que no cumple la restricción se ubica principalmente en la costa, desde Constitución al norte y a la altura de Talca; y en el sur del valle central entre Linares y Cauquenes.	La profundidad del suelo no es una limitante para el establecimiento de <i>Nothofagus obliqua</i> en la VII Región.
Humedad relativa	94,92	El área desfavorable se encuentra en la alta y media cordillera, especialmente hacia el norte de la región.	La humedad relativa no es un obstáculo importante para el asentamiento de Roble en la VII Región.
Período libre de heladas	94,92	El área desfavorable se encuentra en la alta y media cordillera, especialmente hacia el norte de la región.	La temperatura media del período vegetativo no es una limitación importante para el establecimiento de Roble en la VII Región.
Temperatura del período vegetativo	94,92	El área desfavorable se encuentra en la alta y media cordillera, especialmente hacia el norte de la región.	La temperatura media del período vegetativo no es un impedimento importante para el establecimiento de Roble en la VII Región.
Reacción del suelo	95,64	Las áreas no favorables se ubican principalmente en el sur del valle central entre Linares y Cauquenes; y en la costa a la altura de Talca y desde Constitución al norte.	La reacción del suelo no representa un obstáculo para el establecimiento de Roble en la región.
Área potencial total para Roble	29,04	La zona favorable se ubica en parte de la Cordillera de los Andes, en la precordillera y en el valle central contiguo a la precordillera.	

7.4.2 Área potencial para Roble en la VIII Región del Bío-Bío

La VIII Región tiene un 51,69% de la superficie regional potencialmente apta para la plantación de Roble. La zona favorable se ubica en gran parte de la cordillera de los Andes y la precordillera; en algunas áreas del valle central al sureste de Los Angeles y al sur de Concepción; en la costa desde Arauco al sur (Anexo VI).

El parámetro más restrictivos en la región corresponde a *Meses secos*.

En el Cuadro 30, se indica el resumen de las áreas que cada limitante aporta, su distribución y clasificación, según los análisis realizados.

CUADRO 30

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN LA VIII REGIÓN

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Meses secos	57,51	Se excluye parte de la costa, desde el límite norte de la región a la altura de Arauco hasta la parte norte de esta ciudad; y prácticamente todo el valle central hasta el sur de Los Angeles, en el límite con la IX Región.	Los meses secos constituyen una limitante importante para el establecimiento de la especie en la región.
Textura del suelo	90,41	Se eliminan áreas en el valle central, principalmente entre Chillán y Los Angeles.	Este factor no constituye un impedimento importante para el establecimiento de Roble en la VIII Región.
Precipitación anual	93,91	La distribución de la zona no apta es en el norte del valle central, comenzando al sudoeste de Chillán y extendiéndose hasta el límite norte.	Este parámetro no es restrictivo para Roble en la región.
Drenaje del suelo	94,91	Las zonas no aptas se ubican en el norte de Chillán en el límite con la VII Región, y al oeste y sur de dicha ciudad; además al este y al norte de Los Angeles.	El drenaje del suelo no representa un impedimento para Roble en la región.
Altitud	96,35	Se excluyen algunas zonas aisladas en la alta cordillera, en la costa al norte de Arauco y una porción al noroeste de Los Angeles.	Este parámetro no constituye una limitante para el establecimiento de Roble en la región
Profundidad del suelo	98,23	La zona que no cumple la restricción se ubica principalmente en algunas áreas al norte y oeste de Chillán y al oeste de Los Angeles.	La profundidad del suelo no es una limitante para el establecimiento de Roble en la VIII Región.
Reacción del suelo	98,23	Las áreas no favorables se ubican en pequeñas porciones al norte y oeste de Chillán y Los Angeles.	Este factor no representa un obstáculo para el establecimiento de Roble en la región.

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Período libre de heladas	98,26	El área no apta corresponde a algunas zonas aisladas en la Cordillera de los Andes.	Esta variable no es una limitación importante para el establecimiento de Roble en la VIII Región.
Temperatura del período vegetativo	98,26	El área no apta corresponde a algunas zonas aisladas en la Cordillera de los Andes.	La temperatura media del período vegetativo no es un impedimento importante.
Humedad relativa	100	La totalidad de la VIII región posee una humedad relativa anual mayor o igual al 50%.	Este parámetro no es un obstáculo para Roble en la VIII Región.
Área potencial total para Roble	51,69	La zona favorable se ubica en gran parte de la cordillera de los Andes y la precordillera; en algunas zonas del valle central como al sudeste de Los Angeles y al sur de Concepción; en la costa desde Arauco al sur.	

7.4.3 Área potencial para Roble en la IX Región de La Araucanía

La IX Región presenta 87,45% del área regional, potencialmente apta para la plantación de Roble. Se excluyen las áreas ubicadas en las partes altas de la Cordillera de los Andes y precordillera; en el valle central desde el límite norte de la región al oeste de Angol, hasta un poco al norte de Victoria, al sureste de esta última ciudad y en toda la franja costera (Anexo VI).

El parámetro más restrictivo corresponde a *Precipitación anual*.

En el Cuadro 31, se indica el resumen de las áreas que cada limitante aporta, su distribución y clasificación.

CUADRO 31

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN LA IX REGIÓN

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Precipitación anual	93,27	La distribución de la zona no apta es en una franja que sigue toda la costa; en el valle central al este de Angol desde la altura de Victoria hasta el límite norte, y una zona al noroeste de Temuco.	Este parámetro no es restrictivo para Roble en la región

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Meses secos	96,12	La ubicación de la zona favorable es en la Cordillera de los Andes, la precordillera y la costa; en el valle central se elimina un área al este de Angol desde la altura de Victoria hasta el límite norte, y una zona al noroeste de Temuco.	Los meses secos no constituyen una limitante importante para el establecimiento de la especie en la región.
Drenaje del suelo	96,21	Las zonas que se eliminan se ubican principalmente al oeste del valle central entre Victoria y Temuco; y en la costa, en zonas discontinuas.	El drenaje del suelo no representa un impedimento para Roble en la región
Humedad relativa	97,34	El área desfavorable corresponde a algunas zonas aisladas en la Cordillera de los Andes y precordillera, especialmente a la altura de Victoria y Temuco.	La humedad relativa anual no es un obstáculo importante para el asentamiento de Roble en la IX Región.
Período libre de heladas	97,34	El área desfavorable corresponde a algunas zonas aisladas en la Cordillera de los Andes y precordillera, especialmente a la altura de Victoria y Temuco.	Este parámetro no es un obstáculo importante para el asentamiento de Roble en la IX Región.
Temperatura del período vegetativo	97,34	El área desfavorable corresponde a algunas zonas aisladas en la Cordillera de los Andes y precordillera, especialmente a la altura de Victoria y Temuco.	La temperatura media del período vegetativo no es un impedimento importante para el establecimiento del Roble en la IX Región.
Textura del suelo	98,66	Se eliminan áreas al sur de Angol y porciones en la costa.	Este factor no constituye un impedimento importante para Roble en la IX Región.
Profundidad del suelo	98,82	La zona que no cumple la restricción se ubica al noroeste de Temuco y en algunas zonas de la costa.	La profundidad del suelo no es una limitante para el establecimiento de Roble en la IX Región.
Reacción del suelo	98,82	Las áreas no favorables se ubican principalmente al oeste del valle central entre Victoria y Temuco; y en la costa en zonas discontinuas.	La reacción del suelo no representa un obstáculo para el establecimiento de Roble en la región.
Altitud	99,49	Se excluyen algunas zonas aisladas en la Cordillera de los Andes y precordillera.	Este parámetro no constituye una limitante para el establecimiento de Roble en la región.
Área potencial total para Roble	87,45	Gran parte de la región presenta aptitud para la especie; las zonas que se eliminan se ubican en las partes altas de la Cordillera de los Andes y precordillera; en el valle central desde el límite norte de la región al oeste de Angol hasta un poco más al norte de Victoria, al sudeste de esta última ciudad y en toda la franja costera.	

7.4.4 Área potencial para Roble en la X Región de Los Lagos

Las zonas de la X Región que cumplen con todas las características necesarias para el desarrollo de la especie, abarcan un 45,73% de la superficie regional.

La zona favorable se ubica en el valle central hasta el Canal de Chacao, excluyéndose zonas entre Osorno y Puerto Montt, y al sur de esta ciudad; en la Isla de Chiloé no se incluye el oeste y el sur desde Castro. La provincia de Palena queda completamente fuera del área potencial (Anexo VI).

La característica más restrictiva es el *Período libre de heladas*.

En el Cuadro 32, se indica el resumen de las áreas que cada limitante aporta, su distribución y clasificación.

CUADRO 32

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN LA X REGIÓN

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Período libre de heladas	59,04	La distribución de la superficie apropiada es en la costa; valle central; parte de la precordillera hasta el Canal de Chacao; y en Chiloé, en el norte y sudeste de la isla.	Esta variable es una limitante importante para el establecimiento de <i>Nothofagus obliqua</i> en la X Región.
Meses secos	72,40	El área apta corresponde a la costa; valle central y parte de la precordillera hasta el Canal de Chacao; en toda la Isla de Chiloé; y en la provincia de Palena siguiendo los valles.	Los meses secos no constituyen una limitante importante para el establecimiento de la especie en la región.
Precipitación anual	72,40	El área apta corresponde a la costa; valle central y parte de la precordillera hasta el Canal de Chacao; en toda la Isla de Chiloé; y en la provincia de Palena siguiendo los valles.	Este parámetro no es restrictivo para Roble en la región.
Temperatura del período vegetativo	72,40	El área apta corresponde a la costa; valle central y parte de la precordillera hasta el Canal de Chacao; en toda la Isla de Chiloé; y en la provincia de Palena siguiendo los valles.	La temperatura media del período vegetativo no es un impedimento importante para el establecimiento de <i>Nothofagus obliqua</i> en la X Región.
Drenaje del suelo	84,05	Las zonas que se eliminan se ubican principalmente en el valle central entre Osorno y Puerto Montt. En la Isla de Chiloé se elimina el oeste de la provincia y desde Castro al sur, así como porciones al norte de la citada ciudad.	El drenaje del suelo no representa un impedimento para Roble en la región.

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Textura del suelo	89,79	Se elimina un área al norte del lago Llanquihue; de la misma forma se descarta el oeste de la Isla de Chiloé y todo el sur desde Castro.	Este factor no constituye un impedimento importante para Roble en la X Región.
Profundidad del suelo	90,57	La zona que no cumple la restricción se ubica principalmente en el oeste de la Isla de Chiloé y en todo el sur desde Castro.	La profundidad del suelo no es una limitante para el establecimiento de <i>Nothofagus obliqua</i> en la X región.
Reacción del suelo	90,62	Las áreas no favorables se ubican en el valle central, principalmente entre Temuco y Puerto Montt; al oeste de la Isla de Chiloé y desde Castro al sur.	La reacción del suelo no representa un obstáculo para el establecimiento de Roble en la región.
Altitud	98,22	Se eliminan algunas zonas aisladas en la provincia de Chiloé, especialmente islas.	Este parámetro no constituye una limitante para el establecimiento de Roble en la región.
Humedad relativa	100	La totalidad de la X Región posee una humedad relativa anual mayor o igual al 60%.	La humedad relativa anual no es un impedimento para el asentamiento de la especie en la X Región.
Área potencial total para Roble	45,73	La zona favorable se ubica en el valle central hasta el Canal de Chacao, excluyéndose zonas entre Osorno y Puerto Montt, y al sur de esta ciudad; en la Isla de Chiloé se elimina todo el oeste y el sur desde Castro. La provincia de Palena queda completamente fuera del área potencial.	

COMUNICACIONES PERSONALES

- 1.- Donoso, Pablo. 1996. Ingeniero Forestal. Instituto de Silvicultura. Valdivia, Chile.
- 2.- Otero, Luis. 1996. Ingeniero Forestal. Instituto Forestal. Valdivia, Chile.
- 3.- Bourke, Michael. 1996. Ingeniero Forestal. Asesor de la Corporación Nacional Forestal.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA, L.E.; FEHLANDT, A.J. 1981. Desarrollo inicial de *Nothofagus obliqua* (Mirb) Bl. y *Nothofagus dombeyi* (Mirb) Bl. bajo tres grados de sombra. Tesis Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile.
- BARROS, D.; ROJAS, P. 1979. Evaluación de parcelas experimentales de introducción de especies. Tesis de Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Santiago, Chile.
- CARRASCO, P; MILLAN, J. 1990. Proyecto suelos forestales de la VIII Región. Informe final. Universidad de Concepción / Fondo de Investigación Agropecuaria. Chillán, Chile. 172 p.
- CASTILLO E. 1992. Caracterización, estudio dendrológico y proposiciones de intervenciones silvícolas para renovales de Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb) Oerst), Cordillera de La Costa, IX Región. Tesis Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile.
- CISTERNAS, M. 1989. Caracterización de renovales de Roble – Raulí – Coigüe en la Cordillera de Nahuelbuta, Provincia de Arauco, VIII Región. Tesis Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile.
- CONAF / CONAMA / BIRF. 1997. Proyecto Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Nacional sin Variables Ambientales. Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Católica de Chile, Universidad Católica de Temuco. 54 p.
- CHACÓN, I. 1995. Decisiones económico financieras en el manejo forestal. Universidad de Talca. Talca, Chile.

- DE CAMINO, R; SMITH, B; BENAVIDES, M; RODAS, J. 1974. Los renovales del bosque nativo como recurso forestal. Instituto de Manejo y Economía Forestal. Universidad Austral de Chile.
- DE LA LAMA G., G. 1982. Atlas del Eucalipto. Tomo V. Ministerio de Agricultura. INIA. ICONA. Madrid, España. 70 p.
- DI CASTRI, F; HAJEK, E. 1976. Bioclimatología de Chile. Vicerrectoría Académica. Universidad Católica de Chile.
- DONOSO, C. 1972. Análisis taxonómico y de distribución de las especies caducifolias del género *Nothofagus* en la zona central de Chile.
- 1978. La silvicultura de *Nothofagus* en Chile. Depto. Silvicultura y Conservación. Universidad de California. Beckerly. col. USA.
- 1979. Variación y tipos de diferenciación en poblaciones de Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb) Oerst). Bosque Vol. N°1.
- 1981. Tipos forestales de los Bosques Nativos de Chile. Documento de Trabajo N°38. FAO:DP/CH/76/003.
- 1982. Reseña ecológica de los bosques mediterráneos de Chile.
- 1987. Alteración natural y dinámica regenerativa de las especies chilenas de *Nothofagus* de la Región de Los Lagos. Revista Bosque 08(2).
- 1988. Caracterización, crecimiento y proposiciones silviculturales, para comunidades de *Nothofagus* en el área de protección Radal Siete Tazas. Tesis Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia. Chile.
- 1989. Aspectos ecológicos para la silvicultura de los renovales. Corma N°207.
- 1993. Bosques templados de Chile y Argentina.
- 1976. *Nothofagus leoni*: hibridación e introgresión en poblaciones de *N. obliqua* y *N. glauca*. Boletín Técnico N° 36. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.

- 1979. Minimonografía sobre *Nothofagus* en Chile. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 13p.
- DONOSO, C.; CABELLO, A. 1978. Antecedentes fenológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. *Ciencias Forestales* 1(2): 31-41.
- DONOSO, C.; LANDRUM, L. 1973. Manual de identificación de especies leñosas del Bosque Húmedo de Chile. CONAF. Santiago. Chile.
- DONOSO, J. E. 1969. Estudios sobre microflora lignícola chilena. En: Actos de la reunión sobre investigaciones en productos forestales. INFOR. Informe Técnico N° 36: 111-116.
- DONOSO, P.; DONOSO, C.; SANDOVAL, V. 1993a. Proposición de zonas de crecimiento de renovales de Roble y Raulí en su rango de distribución natural. *Revista Bosque* 14(2).
- DONOSO, C.; GERDING, V.; OLIVARES, B.; REAL, P. 1984. Antecedentes para el manejo del bosque nativo de forestal Arauco, (Sector Cordillera de Nahuelbuta). Informe de convenio N°74. Proyecto Forestal Arauco – Universidad Austral de Chile.
- DONOSO, P.; MONFIL, T.; OTERO, L.; BARRALES, L. 1993b. Estudio de crecimiento de plantaciones y renovales manejados de especies nativas en el área andina de las provincias de Cautín y Valdivia. *Ciencia e Investigación Forestal* Vol. 7, N°2.
- DONOSO, C.; CORTÉS, M. ESCOBAR, B. 1992. Técnicas de vivero y plantación para Roble (*Nothofagus obliqua*). *Revista Chile Forestal, Documento Técnico* n°62.
- GARRIDO, F. 1981. Los tratamientos silviculturales en el bosque nativo. Santiago, Chile. Corporación de la Madera.
- GERDING, V.R. 1961. Control químico de malezas en platabandas de trasplante de un vivero forestal. Tesis Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias forestales. Valdivia, Chile.

- GONZÁLEZ, L.; MURÚA, R. 1985. Producción de semillas de especies arbóreas en la pluviselva valdiviana. Bosque 06(1).
- GORDON, A.; ROWE, D. 1982. Seed manual for ornamental trees and shrubs. Forestry Commission. Bulletin 59. 132p.
- GROSSE, H. 1988. Crecimiento de plantaciones con Raulí y Roble bajo dosel en dependencia del grado de luminosidad y fertilización. Ciencia e Investigación Forestal. Vol 2(3).
- GROSSE, H. 1989. Renovales de Roble, Coigüe y Tepa expectativas de rendimiento. Ciencia e Investigación Forestal. Vol. 3, N°1.
- GROSSE, H.; CUBILLOS, V. 1991. Antecedentes para el manejo de renovales de Raulí, Coigüe y Tepa. Investigación para el manejo silvícola del bosque nativo. Proyecto INFOR-CORFO. Informe Técnico N°127.
- HERRERA, N. 1992. Prospección de la actividad productiva del bosque nativo. Tesis Universidad de Chile, Escuela de Ciencias Forestales. Santiago, Chile.
- HERNÁNDEZ, E. 1996. Análisis del crecimiento de una plantación de Raulí en la precordillera andina de la provincia de Valdivia. tesis de Fac. Cs. Forestales de la Universidad Austral de Chile. 70 p.
- HIGUERA, C. 1994. Funciones de volumen y ahusamiento para Roble y Hualo. Tesis Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile.
- HUBER, A.; OYARZÚN, C.; RAMÍREZ, M.; FIGUEROA, H. 1983. Influencia de algunos factores meteorológicos en el consumo de agua por transpiración de *Nothofagus obliqua* (Mirb) Oerst. y *Nothofagus dombeyi* (Mirb) Oerst. Turrialba Vol. 33(2): 169-176.
- INSTITUTO FORESTAL (INFOR-CORFO). 1994a. La industria del aserrío 1993. División de estudios económicos. Boletín Estadístico N° 36. Santiago, Chile.
- 1990. La industria del aserrío 1990. División de estudios económicos. Boletín Estadístico N°22. Santiago, Chile.

- 1989. La industria del aserrío 1989. División de estudios económicos. Boletín Estadístico N°18. Santiago, Chile.
 - 1987. La industria del aserrío 1987. División de estudios económicos. Boletín Estadístico N°7. Santiago, Chile.
 - 1994b. Exportaciones Forestales Chilenas (Enero – Diciembre 1994). División Estudios Económicos. Boletín Estadístico N°38. Santiago, Chile.
 - 1993. Exportaciones Forestales Chilenas (Enero – Diciembre 1993). División Estudios Económicos. Boletín estadístico N°33. Santiago, Chile.
 - 1992 exportaciones Forestales Chilenas (Enero - Diciembre 1992). División Estudios Económicos. Boletín Estadístico XI° 27. Santiago, Chile.
 - 1991. Exportaciones Forestales Chilenas (Enero – Diciembre 1992). División Estudios Económicos. Boletín estadístico N° 24. Santiago, Chile.
 - 1990. Exportaciones Forestales Chilenas (Enero – Diciembre 1991). División Estudios Económicos. Boletín Estadístico N°19. Santiago. Santiago, Chile.
 - 1994c Precios de productos forestales (actualizados al primer semestre de 1994). División de Estadísticas Económicas Boletín Estadístico N° 47 Santiago. Chile.
 - 1993. Precios de productos forestales. División de Estudios Económicos. Boletín Estadístico N° 41. Santiago, Chile.
 - 1992. Precios de productos forestales. División de Estudios Económicos. Boletín Estadístico N° 35. Santiago, Chile.
 - 1991. Precios de productos forestales. División de Estudios Económicos. Boletín Estadístico N° 29. Santiago, Chile.
 - 1990. Precios de productos forestales. División de Estudios Económicos. Boletín Estadístico N° 23. Santiago, Chile.
- JICA. 1993. Estudio del manejo de recursos forestales en el área andina de las regiones del Bío-Bío y la Araucanía de la República de Chile.

- JEREZ, R.; CERDA, L. 1988. Antecedentes morfológicos y biológicos de *Hornius grandis* (Phil. y Phil, 1864). Revista Bosque. Vol 9, N°2.
- LÓPEZ, S.; JIMÉNEZ, G.; REYES, B. 1986. Algunos antecedentes sobre cosecha, procesamiento y viverización de varias especies nativas (I parte). Chile Forestal. Documento Técnico N° 14 y 15.
- MARTÍNEZ, J.P. 1992. Control químico de malezas en vivero con Roble (*Nothofagus obliqua*, (Mirb.) Oerst.) y Raulí (*Nothofagus alpina*, (Poepp et Endl.) Oerst.). Tesis Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile.
- MERLET B., H; CÁRDENAS G., M. I., HEYERV., C. 1992 Tonificación agroclimática de la X Región de Chile hortofrutícola 27:10-15. CIREN. Santiago, Chile.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA; ODEPA; SAG; INIA; IREN. 1968. Plan de desarrollo agropecuario 1965 - 1980. Unidades de uso agrícola de los suelos de Chile entre la provincia de Aconcagua y chiloé. Ministerio de Agricultura. ODEPA. Santiago, Chile.
- MORALES S. 1987. Hibridación natural entre Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.) y Raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.).
- MORENO G.; RAMÍREZ C. 1976. Ensayo de algunas técnicas para la producción en viveros de plántulas de Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.) y Raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.). Tesis Ing. Forestal Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 137 p.
- NUVOA S. A., R.; VILLASECA C., S. Editores. 1989. Mapa agroclimático de Chile. INIA. Santiago, Chile. 221 p. y mapas.
- OTERO, L.; MONFIL, T. 1994. Potencialidad de los bosques nativos en el desarrollo de la Región de los Lagos. Revista Ambiente y Desarrollo. Vol. 10(2): 13-18.
- PAREDES, M. 1982. Proyecciones de raleos de renovales de Raulí (*Nothofagus alpina*) según diversos criterios de intervención. Tesis Ing. Forestal Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile. 109p.

- PEÑALOZA, R.; NUÑEZ, P. 1982. Estudio de raleo y otras técnicas para el manejo de renovales de Raulí y Roble. Etapa V: Instalación de parcelas de regeneración y dispositivos colectores de semillas. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile. Proyecto: Investigación y Desarrollo Forestal. Patrocinado por CONAF/PNUD/FAO.
- PERALTA, M. 1975. Tipificación de algunos suelos en formaciones botánicas de la Cordillera de Los Andes. En Ecología y silvicultura del bosque nativo. Suelos. Boletín técnico 31 43 - 50. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- PERALTA, P., M. 1976. Uso, clasificación y conservación de suelos. Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago, Chile. 337 p.
- PEREDO, L. 1987. Fitoparásitos en *Nothofagus* chilenos. Bosque 08(2).
- PÉREZ, V. 1983. Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas chilenas. Investigación y Desarrollo Forestal FO: DP/CHI/76/003. Documento de Trabajo N° 47.
- PINCHEIRA, B.; MARTÍN E. 1993. Evaluación de raleos aplicados en un renoval de Raulí (*Nothofagus alpina* Poepp. et Endl.) y Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb) Oerst) ubicado en el Fundo Jauja. Provincia de Malleco, IX Región. Tesis Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile.
- PUENTE, O. 1979. Biología de la moscasierra (*Hymenoptera, tenthredinoidea*) defoliador de Raulí y Roble. Tesis Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile.
- PUENTE, M.; DONOSO, C.; PEÑALOZA, R.; MORALES, E. 1980. Sugerencias para ensayos de raleos en el manejo de renovales de Raulí (*Nothofagus alpina*) y Roble (*Nothofagus obliqua*). Proyecto CONAF/PNUD/FAO, 1980. Documento de Trabajo N° 32.
- ROBERTS R., C; DÍAZ V., C. 1959/60. Los grandes grupos de suelos en Chile. Agricultura Técnica 19/20 : 7-36. Santiago, Chile.

- ROCUANT, L. 1969. Raleos en renovales de Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb) Oerst) y Raulí (*Nothofagus alpina* Poepp. et Endl). en la Cordillera de Nahuelbuta. Circular informativa N° 26. Departamento de suelos. Escuela de Agronomía. Universidad de Concepción.
- ROCUANT, L. 1974. Raleos en renovales de Roble - Raulí (15 años de observaciones).
- RODRÍGUEZ, C.E. 1993. Estimación de la mortalidad natural en los renovales de Roble y Raulí entre 20 y 50 años de edad. Tesis Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile.
- RODRÍGUEZ, R.; MATTHEI, O.; QUEZADA, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Ediciones de la Universidad de Concepción. Concepción, Chile.
- RODRÍGUEZ, G. 1969. Antecedentes botánicos y silvícolas de las especies chilenas. Raulí (*Nothofagus alpina*) (Poepp. et Endl.) Roble (*Nothofagus obliqua*) (Mirb et. Blume). Tesis de Universidad de Chile. Escuela de Ingeniería Forestal, Santiago de Chile.
- ROJAS, P.; BARROS, D. 1979. "Crecimiento de seis especies forestales entre Arauco y Llanquihue". INFOR, División Silvicultura, Informe Técnico N° 094.
- SANTIBAÑEZ Q, F; URIBE M., J. M. 1993. Atlas agroclimático de Chile. Regiones VI, VII, VIII y IX. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Ministerio de Agricultura, Fondo de Investigación Agropecuaria. Corporación Nacional de Fomento. Santiago de Chile. 99 p.
- SANTELICES, R. 1993. Propagación vegetativa de Raulí, Roble y Coigüe a partir de estacas. Ciencia e Investigación Forestal Vol. 7, N°1.
- SOLER, M. 1979. Análisis evolutivo y comportamiento de renovales no intervenidos de Raulí (*Nothofagus alpina* Poepp. et Endl.) según edad. Tesis Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile.
- TRINCADO, G. 1994. Construcción de modelos de crecimiento diametral, independientes de la distancia para Roble y hualo. Tesis Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile.

URRUTIA, J.; AVILÉS B. 1990. Investigación en renovales de Raulí – Roble orientados a bosques productivos. En 1er. Taller del grupo silvícola, Fundación Chile, Concepción – Chile.

VITA, A. 1977. Crecimiento de algunas especies nativas y exóticas en el arboretum del Centro Experimental Forestal Frutillar. X Región. Boletín Técnico N° 47. Facultad Ciencias Forestales. Universidad de Chile.

— 1984 Defoliación de Roble (*Nothofagus obliqua*), en la IX y X Región. CONAF, Informativo N° 1.

ANEXOS

ANEXO I
LISTADO DE ESPECIES

LISTAS DE NOMBRES CIENTÍFICOS CORRESPONDIENTES A LOS NOMBRES VULGARES DE
ÁRBOLES ENUNCIADOS EN EL TEXTO

Avellano	<i>Gevuina avellana</i>
Canelo	<i>Drimys winteri</i>
Ciprés de la cordillera	<i>Austrocedrus chilensis</i>
Coigüe	<i>Nothofagus dombeyi</i>
Hualo	<i>Nothofagus galuca</i>
Laurel	<i>Laurella sempervirens</i>
Lenga	<i>Nothofagus pumilio</i>
Lingue	<i>Persea lingue</i>
Maño de hojas largas	<i>Podocarpus saligna</i>
Olivillo	<i>Aextoxicon punctatum</i>
Peumo	<i>Cryptocarpa alba</i>
Raúlí	<i>Nothofagus alpina</i>
Ruil	<i>Nothofagus alessandri</i>
Tepa	<i>Laurelia philippiana</i>

ANEXO II ZONAS DE CRECIMIENTO PARA ROBLE

PARÁMETROS DE CRECIMIENTO PARA RENOVALES PUROS Y MIXTOS DE *Nothofagus obliqua*

DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE CRECIMIENTO

A continuación se especifica la ubicación de las zonas de crecimiento definidas por Donoso *et al.* (1993), las que han servido de base para varios de los parámetros utilizados en este estudio.

La superficie que abarcó la investigación del citado autor se ubica entre las provincias de Curicó y Llanquihue, determinándose cuatro zonas de crecimiento:

- *Zona de crecimiento 1:* La constituyen los renovales más meridionales de la distribución de Roble, en el sur de las provincias de Valdivia y en las provincias de Osorno y Llanquihue, los renovales de la ladera oriental de la Cordillera de la Costa, a altitudes bajo los 350 msnm, en las provincias de Valdivia y Cautín, los renovales de la Cordillera de los Andes desde altitudes menores a 1.000 msnm en la provincia de Talca hasta altitudes de 700 msnm en la provincia de Ñuble (Donoso, *et al.*, 1993).

- *Zona de crecimiento 2:* La constituyen los renovales del valle central en la provincia de Valdivia y de los faldeos cordilleranos andinos de altitud intermedia (400 a 800 msnm) de las provincias de Valdivia, Cautín y Malleco y probablemente de la provincia de Bío-Bío (*Op. cit.*).

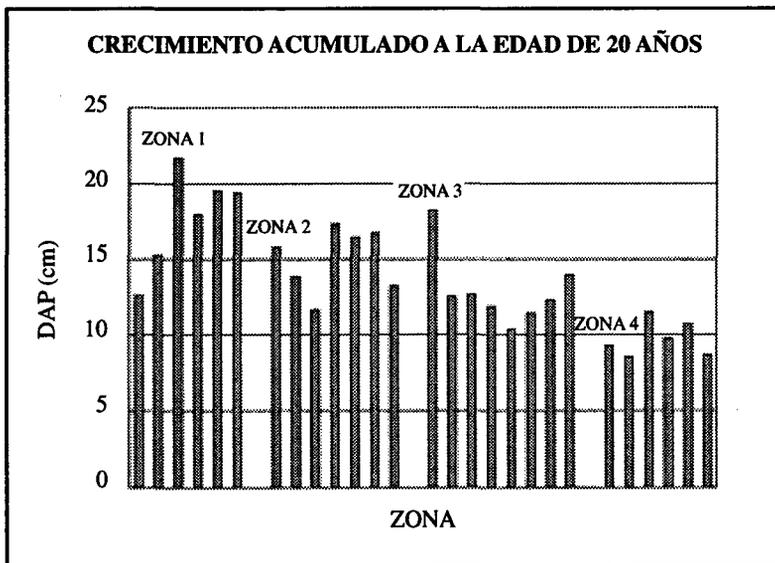
- *Zona de crecimiento 3:* La componen renovales ubicados desde las provincias de Cautín y Malleco bajo los 300 msnm y sobre los 900 msnm hasta la provincia de Talca. En las provincias de Linares y Talca el límite altitudinal de la zona de crecimiento 3 estaría sobre los 1.000 msnm. Se incluye además en esta zona de crecimiento los renovales del faldeo oriental de la Cordillera de Nahuelbuta (*Op. cit.*).

- *Zona de crecimiento 4:* La componen los renovales del extremo norte, esto es, la provincia de Curicó, y de allí hacia el sur desde aquellos ubicados sobre los 1.000 ó 1.200 msnm en la provincia de Talca, hasta los ubicados sobre los 800 msnm en la provincia de Bío-Bío, en un rango en que la altitud límite disminuye hacia el sur. Probablemente son parte de la zona de crecimiento 4 también los renovales que se encuentran en la Cordillera de la Costa en la VII Región y norte de la VIII Región (*Op. cit.*).

El crecimiento actual y potencial en volumen de renovales de Roble para el rango de edad de 15 a 24 años se resume en el siguiente cuadro:

	Crecimiento actual m ³ /ha/año	Aumento potencial %
Zona de crecimiento 1	10 -18	38
Zona de crecimiento 2	6 -13	21
Zona de crecimiento 3	5 -10	3
Zona de crecimiento 4	2 - 4	22

Fuente: Donoso *et al.*, (1993)



ANEXO III
CUADRO RESUMEN DE ANTECEDENTES

CUADRO RESUMEN PARA ROBLE

Ítem	Comentario	Cita Bibliográfica
Requerimientos ecológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Se presenta en una amplia variedad de suelos, principalmente en suelos lateríticos en la costa, suelos trumaos en los faldeos precordilleranos andinos y suelos pardos forestales • El pH varía desde ácidos a neutros (4,8 - 5,6). Preferentemente se encuentra en suelos fértiles, profundos y con cierta materia orgánica en descomposición 	<p>Donoso (1979)</p> <p>Pimstein (1974,cit. por Donoso, 1981)</p>
Clima	<ul style="list-style-type: none"> • El clima es templado-frío lluvioso al sur de su distribución, en el cual experimenta la influencia mediterránea hacia el norte, lo que se manifiesta en veranos secos en las regiones más septentrionales • El período seco desde 1-2 meses entre los 38° y 39° lat.sur a 7-8 meses, cerca de Santiago • La precipitación aumenta gradualmente desde 300-1.000 mm anuales en el norte hasta 2.500-5.000 mm en el sur, dependiendo de la altitud y de la posición respecto del mar • Las temperaturas medias anuales varían entre 10-14°C 	<p>Donoso (1979)</p>
Altitud	<ul style="list-style-type: none"> • El Roble habita desde los 1.000 msnm en la Cordillera de los Andes en Colchagua, en tanto que se desarrolla entre los 300 a 1.000 msnm en Linares y Ñuble. Del mismo modo, en la Cordillera de la Costa crece sobre los 700 msnm en el norte y sobre los 200 a 100 msnm en Maule y Ñuble 	<p>Donoso (1981)</p>
Producción de semillas	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta ciclos bianuales de producción, variando además el número de semillas por kg según latitud y, viabilidad en relación con el año de producción • La producción también presenta una variabilidad estacional con rangos entre 0,4-30 kg/ha 	<p>Donoso (1992)</p> <p>Gonzáles y Murúa (1985)</p>

Item	Comentario	Cita Bibliográfica
Nº de semillas y antecedentes de viabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • El nº de semillas por kg varía según latitud entre 50.000 y 140.000 semillas/kg • La viabilidad varía entre un 11% y 23% por kg de semilla 	Donoso (1992)
Plagas	<ul style="list-style-type: none"> • Roble es sensible al ataque de <i>Formmes amnosus</i>, <i>Ophiostoma picea</i>, produciendo éste último la mancha azul. De igual forma lo es al ataque de Microgeria araucana, que ataca las hojas de Roble en vivero • Como insectos se encuentra la "mosca sierra" (<i>Ceropastus volupis</i>), el cual se comporta como desfoliador, al igual que <i>Ormiscodes spp</i> • En rodales puros se ha observado con bastante frecuencia el ataque de <i>Holopterus chilensis</i>, especie que perfora la madera • En vivero se presenta ataques de <i>Hornius grandis</i>, <i>Hylamorpha elegans</i>, <i>Pithoilaema hermani</i>, <i>Omaguagua longibursae</i> 	<p>Peredo (1986)</p> <p>Puente (1979)</p> <p>Peredo (1987)</p> <p>Donoso (1992)</p>
Germinación	<ul style="list-style-type: none"> • Posee latencia fisiológica y para romperla requiere de una estratificación en frío a 4 °C ± 1°C 	Donoso (1981)
Siembra	<ul style="list-style-type: none"> • Para la zona de Chillán se recomienda sembrar a mediados de septiembre; • de Temuco al sur conviene realizarla en el mes de septiembre 	<p>Moreno y Ramírez (1976)</p> <p>Donoso <i>et al.</i> (1992)</p>
Densidad de siembra	<ul style="list-style-type: none"> • Sembrar 48-60 semillas por m² a 1,5 cm de profundidad en caso de siembra manual 	Donoso <i>et al.</i> (1992)
Cuidados culturales	<ul style="list-style-type: none"> • Fertilización con Nitrato de amonio (14 g/m²), Sulfato de potasio (14,4 g/m²), Superfosfato triple (20 g/m²) Sulfato de magnesio (31,4 g/m²) • Aplicación de fungicidas e insecticidas 	Donoso <i>et al.</i> (1992)
Genética	<ul style="list-style-type: none"> • Dada la facilidad de hibridación de los <i>Nothofagus</i> en las áreas de contacto de poblaciones contiguas se han desarrollado híbridos fértiles • <i>Nothofagus leoni</i> corresponde a un híbrido entre Roble y Hualo • <i>Nothofagus procera</i> se postula que es híbrido Roble Raulí 	<p>Donoso (1987)</p> <p>Donoso y Landrum (1979)</p> <p>Donoso (1993)</p>

Ítem	Comentario	Cita Bibliográfica
Crecimiento	<ul style="list-style-type: none"> • En rodales sin manejo, los crecimientos en volumen varían entre 5-15 m³/ha/año • Para renovales de Roble-Raulí-Coigüe en la Cordillera de Nahuelbuta se encontraron incrementos diametrales entre 1,67 y 8,24 mm/año • Para renovales de Roble-Raulí en el área de protección Radal Siete Tazas, VII Región, se encontraron crecimientos diametrales iniciales de 0,5-0,7 cm/año; crecimientos en altura de 0,4-0,6 m/año, y una productividad media de 13 m³/ha/año • En la Cordillera de la Costa de la IX Región se determinó para renovales de Roble en estado natural que los crecimientos medios anuales máximos son: de 0,79 cm/año en diámetro entre los 20 y 30 años de edad, y 0,72-0,79 m/año en altura entre los 16 y 20 años • Para plantaciones se estiman crecimientos entre 8-18 m³/ha/año según calidad de sitios • En las provincias de Cautín y Valdivia se evaluaron plantaciones de 20 años registrando crecimientos entre 12 y 17 m³/ha/año 	<p>De camino et al. (1974)</p> <p>Donoso <i>et al.</i> (1984)</p> <p>Donoso (1988)</p> <p>Castillo (1992)</p> <p>Donoso <i>et al.</i> (1992)</p> <p>Donoso <i>et al.</i> (1993)</p>
Usos de la madera	<ul style="list-style-type: none"> • Dadas sus propiedades se usa en obras gruesas de edificios, estacas para minas, postes y rodrigones, puentes, tejuelas, muebles, durmientes y embarcaciones • Como productos directos de la cosecha están la leña, el carbón y las astillas 	<p>Infor (1991)</p>
Plantación	<ul style="list-style-type: none"> • En su distribución septentrional debe plantarse lo más tempranamente posible, no más tarde que julio • En la zona costera de la X Región se realiza entre junio y la primera semana de agosto y en la zona andina, hasta fines de agosto • Se recomienda considerar protección lateral (sombra) • Se recomiendan densidades entre 1.600 y 4.444 arb/ha 	<p>Rodríguez (1969)</p> <p>Aguilera y Fehland (1981)</p> <p>Donoso (1992); Grosse (1995)</p>
Poda	<ul style="list-style-type: none"> • Se recomienda realizar dos podas: la primera hasta los 4 m cuando el árbol alcance los 10-12 m, y la segunda hasta los 8 m cuando alcance los 15-18m 	<p>Jica, (1993) (Japan International Cooperation Agency)</p>

Ítem	Comentario	Cita Bibliográfica
Raleo	<ul style="list-style-type: none"> • En el caso de renovales, se proponen raleos entre los 12 y 20 años, presentando crecimientos de 0,85 cm/año, en caso de realizar un raleo, y 0,98 cm/año en caso de realizar dos raleos • En plantaciones se sugieren raleos entre los 8 y 14 años • En renovales de Roble de la Cordillera de Nahuelbuta se realizaron raleos donde se extrajo un 32% y 43%, obteniendo incrementos en diámetro de 0,3-0,4 cm/año • Raleos en donde se extrajo un 25-30% del área basal del dosel superior se obtuvo un incremento de 5,4 cm al cabo de 10 años de realizada la intervención 	<p>Donoso <i>et al.</i> (1993)</p> <p>Rocuant (1969)</p> <p>Castillo (1992)</p>
Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • T° media anual de 11 °C como mínimo • Suelos con buen drenaje, ya que en caso contrario es susceptible al ataque de <i>Armellaria mellea</i> 	<p>Hantelmann (1965, cit. por Donoso, 1981)</p> <p>Nimmo (1975, cit. por Donoso, 1978)</p>

ANEXO IV
CUADRO RESUMEN DE COSTOS
COSTOS DE ESTABLECIMIENTO

ÍTEM		UNID.	ROI40CB	ROI40CP	ROI40CA
Roce	Mano de obra	\$/ha	7.362	22.086	117.792
	Ropa de seguridad	\$/ha	97	216	950
	Materiales	\$/ha	119	332	1.462
	Total	\$/ha	7.579	22.634	120.203
Reduc. desechos		\$/ha	0	60.000	110.000
Cortafuego	Mano de obra	\$/ha	9.843	10.937	12.030
Cercos	Mano de obra	\$/ha	15.460	23.190	30.920
	Ropa de seguridad	\$/ha	204	227	249
	Insumos	\$/ha	26.190	29.100	32.010
	Total	\$/ha	51.697	52.517	63.180
Control de malezas	Maquinaria	\$/ha	0	0	11.820
Pre-plantación	Ropa de seguridad	\$/ha	0	0	0
	Insumos	\$/ha	0	0	38.940
Aéreo	Total	\$/ha	0	0	50.760
Preparación suelos	Subsolado	\$/ha	0	0	0
	Tractor Agrícola (2 pasadas)	\$/ha	0	0	0
Plantación	Mano de obra	\$/ha	7.139	13.088	22.437
	Ropa de seguridad	\$/ha	94	128	181
	Materiales	\$/ha	76	102	145
	Insumos	\$/ha	72.000	80.000	88.000
	Fletes	\$/ha	1.800	2.450	16.013
	Total	\$/ha	81.109	95.768	126.775
Fertilización	Mano de obra	\$/ha	0	0	12.081
	Ropa de seguridad	\$/ha	0	0	97
	Insumos	\$/ha	0	0	5
	Materiales	\$/ha	0	0	3.089
	Total	\$/ha	0	0	12.184
Control de malezas	Mano de obra	\$/ha	1.227	1.841	2.454
Post-plantación	Ropa de seguridad	\$/ha	14	16	17
	Materiales	\$/ha	7	8	9
Puntual	Insumos	\$/ha	8.694	9.660	10.620
	Total	\$/ha	9.942	11.524	13.100

COSTOS DE ESTABLECIMIENTO (Continuación)

ÍTEM		UNID.	ROE40CB	ROE40CP	ROE40CA
Roce	Mano de obra	\$/ha	7.362	22.086	117.792
	Ropa de seguridad	\$/ha	97	216	950
	Materiales	\$/ha	119	332	1.462
	Total	\$/ha	7.579	22.634	120.203
Reduc. desechos		\$/ha	0	60.000	110.000
Cortafuego	Mano de obra	\$/ha	9.843	10.937	12.030
Cerco	Mano de obra	\$/ha	15.460	23.190	30.920
	Ropa de seguridad	\$/ha	204	227	249
	Insumos	\$/ha	41.086	29.100	50.217
	Total	\$/ha	56.751	52.517	81.386
Control de malezas Pre-plantación Aéreo	Maquinaria	\$/ha	0	0	11.820
	Ropa de seguridad	\$/ha	0	0	0
	Insumos	\$/ha	0	0	0
	Total	\$/ha	0	0	11.820
Preparación suelos	Susolado	\$/ha	0	0	0
	Tractor Agrícola (2 pasadas)	\$/ha	0	0	0
Plantación	Mano de obra	\$/ha	11.155	20.450	35.057
	Ropa de seguridad	\$/ha	147	200	283
	Materiales	\$/ha	118	160	226
	Insumos	\$/ha	112.500	125.000	153.513
	Fletes	\$/ha	1.800	2.450	3.100
	Total	\$/ha	125.719	148.260	192.178
Fertilización	Mano de obra	\$/ha	0	0	18.887
	Ropa de seguridad	\$/ha	0	0	112
	Insumos	\$/ha	0	0	10.931
	Materiales	\$/ha	0	0	8
	Total	\$/ha	0	0	29.928
Control de malezas Post-plantación Puntual	Mano de obra	\$/ha	1.227	1.841	2.454
	Ropa de seguridad	\$/ha	14	16	26
	Materiales	\$/ha	7	8	9
	Insumos	\$/ha	8.694	9.660	10.620
	Total	\$/ha	9.942	11.524	13.108

COSTOS DE MANEJO

ÍTEM		UNID.	ROI40CB	ROI40CP	ROI40CA
Desbroce	Mano de obra	\$/ha	0	0	26.994
	Ropa de seguridad	\$/ha	0	0	218
	Materiales	\$/ha	0	0	242
	Total	\$/ha	0	0	27.454
Raleo a Desecho	Mano de obra	\$/ha	4.466	7.362	19.632
	Ropa de seguridad	\$/ha	26	32	71
	Materiales	\$/ha	102	124	273
	Total	\$/ha	4.594	7.519	19.977
Primera Poda	Mano de obra	\$/ha	26.258	39.387	52.516
	Ropa de seguridad	\$/ha	116	128	141
	Materiales	\$/ha	77	86	94
	Total	\$/ha	26.450	39.601	52.751
Primer Raleo Comercial	Mano de obra	\$/ha	21.595	32.393	43.190
	Marcación	\$/ha	982	1.472	5.890
	Ropa de seguridad	\$/ha	129	143	157
	Materiales	\$/ha	492	547	601
	Total	\$/ha	23.197	34.555	49.838
Segunda Poda	Mano de obra	\$/ha	18.405	27.608	36.810
	Ropa de seguridad	\$/ha	81	90	99
	Materiales	\$/ha	115	128	140
	Total	\$/ha	18.601	27.825	37.049
Segundo Raleo Comercial	Mano de obra	\$/ha	41.718	62.577	83.436
	Marcación	\$/ha	982	1.472	1.963
	Ropa de seguridad	\$/ha	245	276	304
	Materiales	\$/ha	949	1.056	1.162
	Total	\$/ha	43.893	65.381	86.864
Tercera Poda	Mano de obra	\$/ha	19.632	29.448	39.264
	Ropa de seguridad	\$/ha	86	96	106
	Materiales	\$/ha	122	136	150
	Total	\$/ha	19.841	29.680	39.519
Tercer Raleo Comercial	Mano de obra	\$/ha	60.368	1.963	1.963
	Marcación	\$/ha	982	120.737	120.737
	Ropa de seguridad	\$/ha	354	439	439
	Materiales	\$/ha	1.373	1.681	1.681
	Total	\$/ha	63.077	124.820	124.820

COSTOS DE MANEJO (Continuación)

ÍTEM		UNID.	ROE40CB	ROE40CP	ROE40CA
Desbroce	Mano de obra	\$/ha	0	0	26.994
	Ropa de seguridad	\$/ha	0	0	220
	Materiales	\$/ha	0	0	242
	Total	\$/ha	0	0	27.456
Raleo a Desecho	Mano de obra	\$/ha	9.816	14.724	19.632
	Ropa de seguridad	\$/ha	58	65	71
	Materiales	\$/ha	224	248	273
	Total	\$/ha	10.098	15.037	19.977
Primera Poda	Mano de obra	\$/ha	0	0	0
	Ropa de seguridad	\$/ha	0	0	0
	Materiales	\$/ha	0	0	0
	Total	\$/ha	0	0	0
Primer Raleo Comercial	Mano de obra	\$/ha	19.141	28.712	44.172
	Marcación	\$/ha	2.945	4.417	5.890
	Ropa de seguridad	\$/ha	114	127	161
	Materiales	\$/ha	436	484	615
	Total	\$/ha	22.636	33.740	50.837
Segunda Poda	Mano de obra	\$/ha	0	0	0
	Ropa de seguridad	\$/ha	0	0	0
	Materiales	\$/ha	0	0	0
	Total	\$/ha	0	0	0
Segundo Raleo Comercial	Mano de obra	\$/ha	0	0	0
	Marcación	\$/ha	0	0	0
	Ropa de seguridad	\$/ha	0	0	0
	Materiales	\$/ha	0	0	0
	Total	\$/ha	0	0	0
Tercera Poda	Mano de obra	\$/ha	0	0	0
	Ropa de seguridad	\$/ha	0	0	0
	Materiales	\$/ha	0	0	0
	Total	\$/ha	0	0	0
Tercer Raleo Comercial	Mano de obra	\$/ha	0	0	0
	Marcación	\$/ha	0	0	0
	Ropa de seguridad	\$/ha	0	0	0
	Materiales	\$/ha	0	0	0
	Total	\$/ha	0	0	0

COSTOS DE COSECHA

ÍTEM		UNID.	ROI40CB	ROI40CP	ROI40CA
Volteo	Mano de obra	\$/ha	134.561	201.842	269.122
	Ropa de seguridad	\$/ha	790	890	979
	Materiales	\$/ha	3.060	3.406	3.747
	Total	\$/ha	138.410	206.137	273.848
Madereo		\$/ha	1.632.498	1.795.748	2.148.370
Camino		\$/ha	331.155	367.950	404.745
Campamento		\$/ha	32.400	36.000	39.600

ÍTEM		UNID.	ROE40CB	ROE40CP	ROE40CA
Volteo	Mano de obra	\$/ha	110.635	165.952	221.269
	Ropa de seguridad	\$/ha	659	732	805
	Materiales	\$/ha	2.520	2.800	3.080
	Total	\$/ha	113.813	169.484	225.154
Madereo		\$/ha	1.342.221	1.476.443	1.776.365
Camino		\$/ha	331.155	367.950	404.745
Campamento		\$/ha	32.400	36.000	39.600

COSTOS DE MANTENCIÓN

ÍTEM		UNID.	ROI40CB	ROI40CP	ROI40CA
Costos de mantención	Cortafuego	\$/ha	7.340	7.875	8.411
	Camino	\$/ha	0	0	0

ÍTEM		UNID.	ROE40CB	ROE40CP	ROE40CA
Costos de mantención	Cortafuego	\$/ha	7.340	7.875	8.411
	Camino	\$/ha	0	0	0

COSTOS DE ADMINISTRACIÓN

ÍTEM		UNID.	ROI40CB	ROI40CP	ROI40CA
Impuestos		(%)	0	0	0
Supervisión		\$/ha	9.816	14.724	19.632
Seguro de incendios, heladas y daño por viento	Primera mitad de la rotación	\$/ha	2.921	3.246	3.571
	Segunda mitad de la rotación	\$/ha	2.921	3.246	3.571

COSTOS DE ADMINISTRACIÓN (Continuación)

ÍTEM		UNID.	ROE40CB	ROE40CP	ROE40CA
Impuestos		(%)	0	0	0
Supervisión		\$/ha	9.816	14.724	19.632
Seguro de incendios, heladas y daño por viento	Primera mitad de la rotación	\$/ha	2.921	3.246	3.571
	Segunda mitad de la rotación	\$/ha	2.921	3.246	3.571

COSTOS DE ADMINISTRACIÓN (Continuación)

ÍTEM		UNID.	ROI40CB	ROI40CP	ROI40CA
Control y combate de incendios		\$/ha	2.570	2.856	3.142
Guardería		\$/ha	2.203	2.448	2.693

ÍTEM		UNID.	ROE40CB	ROE40CP	ROE40CA
Control y combate de incendios		\$/ha	2.570	2.856	3.142
Guardería		\$/ha	2.203	2.448	2.693

ANEXO V
INGRESOS POR PRODUCTO

Productos	Primer Raleo			Segundo Raleo		
	Porcentaje (%)	Volumen m ³ /ha	Ingresos \$/ha	Porcentaje (%)	Volumen m ³ /ha	Ingresos \$/ha
ROI40CB						
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrada	20	9	117.975	40	34	455.813
Madera Pulpable	80	35	212.883	60	51	308.438
Total	100	44	330.858	100	85	764.250
ROI40CP						
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrada	20	9	0	40	34	414.375
Madera Pulpable	80	35	193.500	60	51	280.398
Total	100	44	193.530	100	85	694.773
ROI40CA						
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrada	20	9	0	40	34	372.938
Madera Pulpable	80	35	174.177	60	51	252.358
Total	100	44	174.177	100	85	629.408
ROE40CB						
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrada	0	0	0	0	0	0
Madera Pulpable	100	39	235.833	0	0	0
Total	100	39	235.833	0	0	0
ROE40CP						
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrada	0	0	0	0	0	0
Madera Pulpable	100	39	214.422	0	0	0
Total	100	39	214.422	0	0	0
ROE40CA						
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrada	0	0	0	0	0	0
Madera Pulpable	100	39	192.972	0	0	0
Total	100	39	192.972	0	0	0

INGRESOS POR PRODUCTO (Continuación)

Productos	Tercer Raleo			Cosecha		
	Porcentaje (%)	Volumen m ³ /ha	Ingresos \$/ha	Porcentaje (%)	Volumen m ³ /ha	Ingresos \$/ha
ROI40CB						
Madera debobinable	0	0	0	30	197	5.341.644
Madera Aserrada	40	49	659.588	65	428	5.733.319
Madera Pulpable	60	74	446.328	5	33	198.946
Total	100	123	1.105.915	100	658	11.273.909
ROI40CP						
Madera debobinable	0	0	0	30	197	4.856.040
Madera Aserrada	40	49	599.625	65	428	5.212.380
Madera Pulpable	60	74	405.752	5	33	180.884
Total	100	123	1.005.377	100	658	10.249.304
ROI40CA						
Madera debobinable	0	0	0	30	197	4.370.436
Madera Aserrada	40	49	539.663	65	428	4.743.193
Madera Pulpable	60	74	365.177	5	33	162.789
Total	100	123	904.840	100	658	9.276.418
ROE40CB						
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrada	0	0	0	70	431	5.076.474
Madera Pulpable	0	0	0	30	185	981.428
Total	0	0	0	100	615	6.057.902
ROE40CP						
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrada	0	0	0	70	431	4.615.217
Madera Pulpable	0	0	0	30	185	892.325
Total	0	0	0	100	615	5.507.542
ROE40CA						
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrada	0	0	0	70	431	4.199.783
Madera Pulpable	0	0	0	30	185	803.060
Total	0	0	0	100	615	5.002.843

ANEXO VI

ILUSTRACIÓN DE LAS ÁREAS POTENCIALES REGIONALES

DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE ROBLE VII REGIÓN



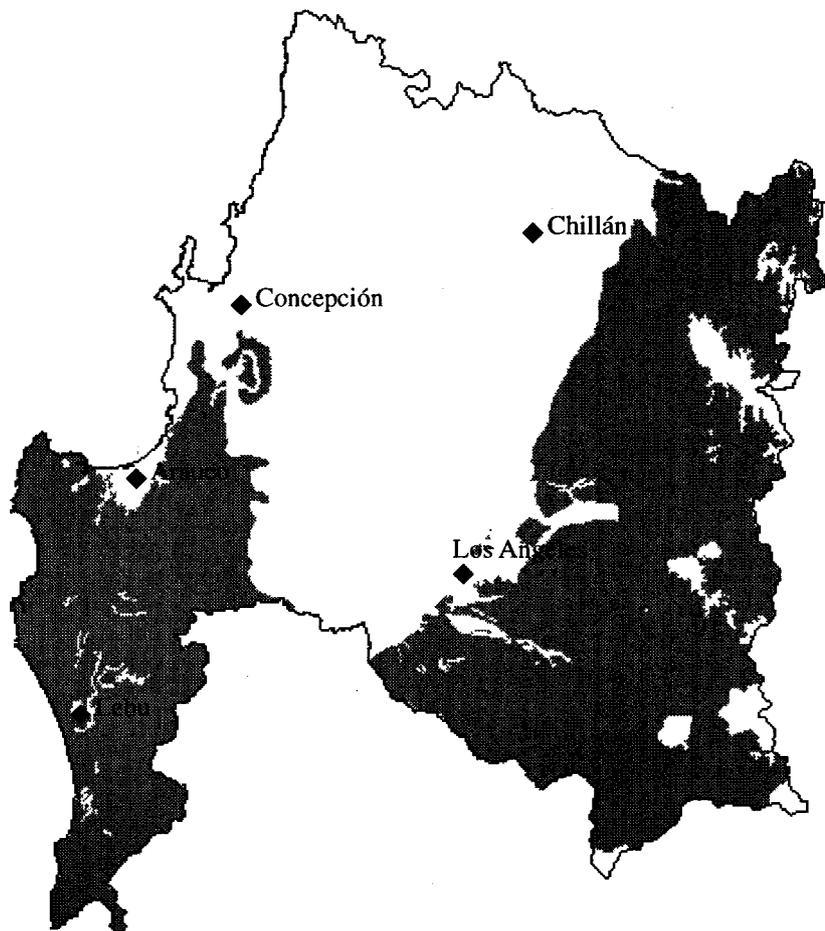
Zona apta



Zona no apta



DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE ROBLE VIII REGIÓN



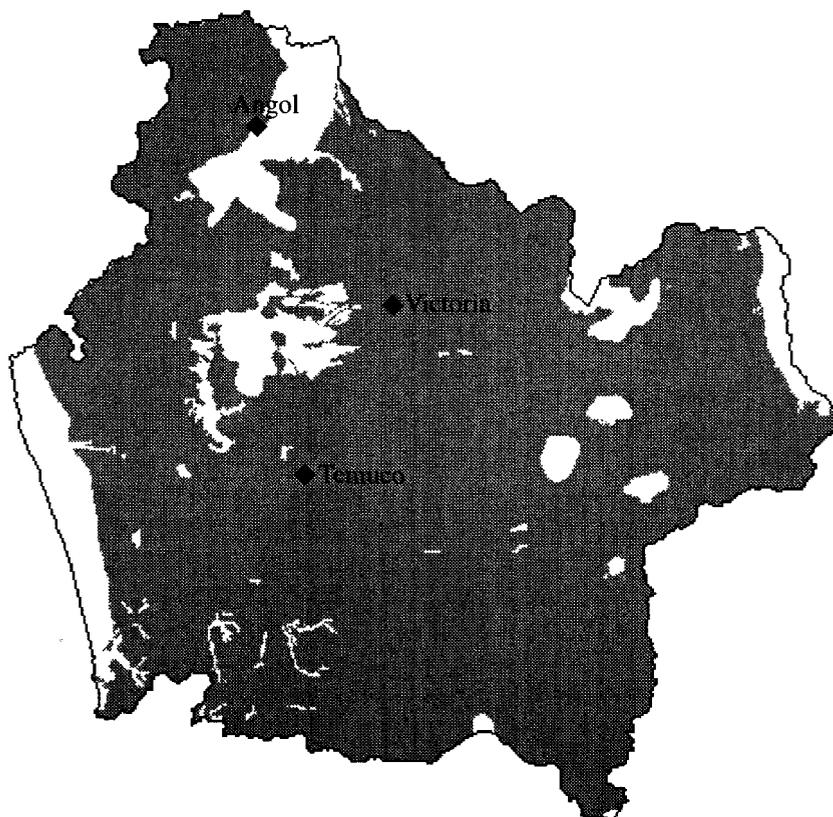
Zona apta



Zona no apta



DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE ROBLE IX REGIÓN



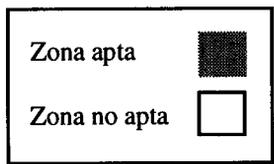
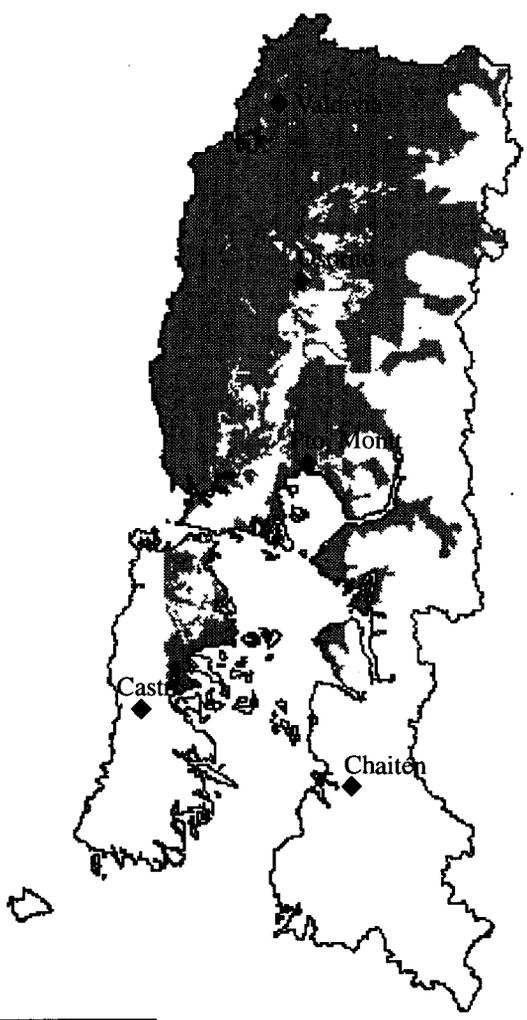
Zona apta



Zona no apta



DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE ROBLE X REGIÓN



ROBLE

Para mejorar el potencial económico de la actividad silvícola del país, el Ministerio de Agricultura dio inicio el año 1994 a una campaña de Diversificación, la cual se materializó con la creación de un programa específico llevado a cabo por CONAF.

Su propósito ha sido generar una Política Nacional de Diversificación, cuyo principal objetivo se orienta a optimizar el uso económico del suelo sobre la base de la ampliación de las opciones de cultivo y de esta forma integrar con propiedad la actividad forestal a la segunda fase del modelo exportador chileno.

En lo social se procura la integración de nuevos sectores a las actividades y beneficios que proporciona el desarrollo forestal diversificado, provocando positivos impactos ambientales por la vía de incrementar la superficie arbolada del territorio nacional.

La diversificación es en suma un proceso de ampliación a gran escala de nuevas opciones de cultivo forestal destinados a mejorar la capacidad productora y exportadora del país, en el marco que fija el uso sustentable de los recursos naturales renovables.

