

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
Departamento Silvicultura



**SILVICULTURA DE ROBLE (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.) Y
RAULI (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.) : UNA REVISION
BIBLIOGRAFICA CON ENFASIS EN LOS RENOVALES FORMADOS
POR ESTAS ESPECIES**



CAMILO CESAR URIBE PEREZ

**MEMORIA DE TITULO
PRESENTADA A LA FACULTAD DE
CIENCIAS FORESTALES DE LA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO FORESTAL**

CONCEPCION-CHILE

1996

SILVICULTURA DE ROBLE (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.) Y RAULI (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.) : UNA REVISION BIBLIOGRAFICA CON ENFASIS EN LOS RENOVALES FORMADOS POR ESTAS ESPECIES

Profesor Asesor



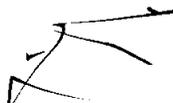
Miguel Espinosa Bancalari
Profesor Asociado
Ingeniero Forestal Ph. D.

Profesor Asesor



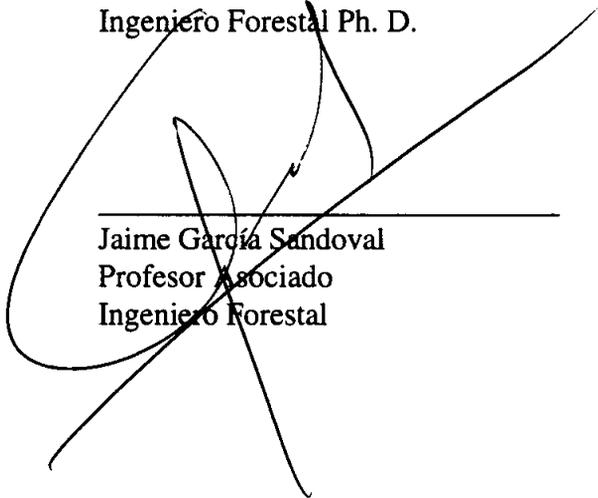
Fernando Muñoz Sáez
Profesor Instructor
Ingeniero Forestal

Director Departamento
Silvicultura



Miguel Espinosa Bancalari
Profesor Asociado
Ingeniero Forestal Ph. D.

Decano Facultad de
Ciencias Forestales



Jaime García Sandoval
Profesor Asociado
Ingeniero Forestal



A DIOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS AMIGOS

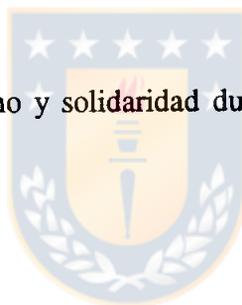
AGRADECIMIENTOS

A don Miguel Espinosa Bancalari, Docente de la Facultad de Ciencias Forestales, por su orientación y ayuda en la estructuración y revisión del texto.

A don Fernando Muñoz Sáez, por su disponibilidad e importante aporte en la corrección de la presente memoria.

A mis padres y hermanos, por su constante apoyo durante mis años de estudio.

A mis amigos por su apoyo, ánimo y solidaridad durante esta importante etapa de mi vida.



INDICE DE MATERIAS

I	INTRODUCCION.....	11
II	DEFINICION DE RENOVAL.....	13
III	CAUSAS QUE DIERON ORIGEN A LOS RENOVALES.....	15
IV	DISTRIBUCION DE ROBLE Y RAULI.....	17
	4.1 Ubicación Geográfica de los Renovales de Roble y Raulí.....	18
	4.1.1 Renovales de Distribución Norte.....	19
	4.1.2 Renovales de Distribución Sur.....	20
V	SUPERFICIE CUBIERTA POR BOSQUE NATIVO Y RENOVALES DE ROBLE Y RAULI.....	23
VI	CARACTERISTICAS AMBIENTALES DEL AREA GEOGRAFICA OCUPADA POR ROBLE Y RAULI.....	27
	6.1 Clima.....	27
	6.2 Suelo.....	30
VII	COMPOSICION Y ESTRUCTURA DE LOS RENOVALES DE ROBLE Y RAULI.....	32
	7.1 Renovales de Distribución Norte.....	32
	7.2 Renovales de Distribución Sur.....	35
VIII	DINAMICA DE LOS RENOVALES DE ROBLE Y RAULI.....	39
IX	REGENERACION NATURAL DE ROBLE Y RAULI.....	47
	9.1 Fenología y Producción de Semillas.....	47
	9.2 Condiciones para la Regeneración Natural.....	48
	9.3 Regeneración Natural como Resultado de Alteraciones.....	52
	9.4 Regeneración Natural y Sistemas Silviculturales.....	54

	9.4.1 Tala Rasa con Regeneración natural.....	54
	9.4.2 Regeneración por Árbol Semillero.....	55
	9.4.3 Regeneración por Cortas Sucesivas.....	57
	9.4.4 Regeneración Natural y Cortas de Selección.....	59
X	REGENERACION ARTIFICIAL DE ROBLE Y RAULI.....	61
	10.1 Antecedentes Sobre Tratamientos Germinativos.....	61
	10.2 Temperatura del Suelo y Germinación.....	64
	10.3 Antecedentes Sobre Viverización.....	66
	10.3.1 Epoca de Siembra.....	66
	10.3.2 Luminosidad en Vivero.....	68
	10.3.3 Densidad de Siembra.....	69
	10.3.4 Permanencia en Vivero.....	70
	10.3.5 Manejo Radicular.....	72
XI	ANTECEDENTES DE PLANTACIONES DE ROBLE Y RAULI.....	74
XII	MANEJO DE RENOVALES.....	79
XIII	PROBLEMAS SANITARIOS DE ROBLE Y RAULI.....	86
	13.1 Insectos Asociados a Roble y Raulí.....	86
	13.1.1 Insectos Xilófagos.....	86
	13.1.2 Insectos Defoliadores.....	88
	13.1.3 Insecto Comedor de Semillas en Raulí.....	89
	13.2 Daño Causado por Hongos.....	93
	13.3 Daños Causados por Otros Agentes.....	95
XIV	UTILIZACION DE ROBLE Y RAULI.....	97
	14.1 Descripción de la Parte Maderable del Árbol.....	97
	14.2 Características de la Madera.....	97

	14.3 Usos de la Madera.....	99
	14.4 Propiedades Físicas.....	99
	14.5 Propiedades Mecánicas.....	101
XV	CONCLUSIONES.....	103
XVI	RESUMEN.....	106
XVII	SUMMARY.....	108
XVIII	BIBLIOGRAFIA.....	110



INDICE DE TABLAS

TABLA N°		pag.
	En el texto.	
1	Superficie cubierta por renovales de Roble y Raulí .	26
2	Exigencias mínimas de luminosidad para Roble, Raulí y Coigüe .	50
3	Porcentaje de germinación, ensayo de régimen variable y constante de temperaturas para distintas procedencias de Raulí .	63
4	Porcentaje de germinación, ensayo de aplicación de remojo para Raulí en agua a distintas temperaturas, procedencias de Melipeuco y Ralco-Colluco.	63
5	Porcentaje de germinación de semillas de Raulí y concentración de fenoles extraíbles para 10 días de agitación con agua destilada estéril.	64
6	Capacidad germinativa de Roble y Raulí para temperaturas constantes.	65
7	Capacidad germinativa de Roble y Raulí para temperaturas oscilantes.	66
8	Supervivencia, altura y diámetro para plantaciones de Raulí (2:0), según época de siembra, sector Tremohue, luego de tres temporadas.	68
9	Resultados expresados en peso seco total, diámetro de cuello y longitud de tallo para Raulí y Roble después de uno y dos períodos vegetacionales en función de la luminosidad (vivero sector Valdivia).	69
10	Supervivencia, altura y diámetro en una plantación de Raulí luego de tres años, según tratamiento de poda de raíces. Sector Tremohue, Jauja .	73

11	Supervivencia, altura y diámetro para Raulf y Roble en función de la cobertura, a los 5 años, sector Santa Luisa, Jauja .	75
12	Supervivencia, altura y diámetro para Raulf y Roble en función de la cobertura, a los 5 años. Sector Maquehua, provincia de Arauco.	75
13	Supervivencia, altura y diámetro de Roble, según luminosidad en vivero, en una plantación de tres años, sector Tremohue, Jauja.	76
14	Supervivencia, diámetro de cuello y altura de diferentes procedencias de Raulf en los Predios Las Acacias (Mulchen) y Antiquina, luego de tres períodos vegetacionales.	77
15	Resumen de crecimiento en plantaciones realizadas con material regenerado en forma natural, en la precordillera de Valdivia y Cautín.	78
16	Antecedentes del manejo de renovales de Roble y Raulf	80
17	Comparación de crecimiento diametral, entre renovales desarrollados a campo abierto y bajo dosel .	83
18	Productividad de zonas de crecimiento y parámetros de crecimiento a los 20 años para Roble .	83
19	Productividad zonas de crecimiento y parámetros de crecimiento a los 20 años para Raulf	84
20	Insectos asociados a Roble y Raulf .	90
21	Propiedades mecánicas de Roble, Raulf y otras especies .	102

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°		pag.
	En el texto.	
1a	Distribución geográfica de Roble	18
1b	Distribución geográfica de Raulí	18
2	Renoval tipo Raulí según edades, provincias de Malleco, Cautín y Valdivia	43
3	Renoval tipo Roble según edades, provincias de Malleco, Cautín y Valdivia	43
4	Renoval tipo Roble-Raulí según edades, provincias de Malleco, Cautín y Valdivia	44
5	Ubicación geográfica de las zonas de crecimiento de <u>Nothofagus obliqua</u>	84
6	Ubicación geográfica de las zonas de crecimiento de <u>Nothofagus alpina</u>	85

I INTRODUCCION

Hasta hace unas décadas, la economía forestal del país dependía totalmente del bosque nativo, considerado un recurso inagotable, utilizándose en forma extractiva, sin realizar en él ningún tipo de actividad silvícola o de manejo forestal orientada a recuperar su productividad .

A partir de 1970, se producen cambios significativos en el quehacer forestal del país, surgiendo la inquietud en las universidades, empresas y entidades estatales de iniciar estudios en los bosques nativos, como una forma de ampliar la base científica para practicar silvicultura, lográndose una acumulación de datos y experiencias ecológicas y silviculturales hasta este momento, que permitirían la intervención del bosque nativo (Donoso y Lara, 1995).

El presente documento, constituye una recopilación de antecedentes bibliográficos sobre dos Nothofagus, Roble y Raulí, con énfasis en los renovales formados por estas especies, con el objetivo de entregar información acerca de los antecedentes silviculturales de manejo y regeneración y aspectos ambientales, ecológicos y tecnológicos de estas especies .

La decisión de recopilar antecedentes de Roble y Raulí, se adoptó por la gran superficie ocupada en el país, encontrándose en muy variados ambientes, estando presente desde la quinta a la décima región y su evidente potencial económico y de crecimiento, constituyéndose actualmente el sub tipo formado por estas especies definido como

renovales de Roble y Raulí, en clave para el desarrollo de las especies nativas y en los cuales se han realizado numerosas investigaciones .



II DEFINICION DE RENOVAL

Existen diferentes definiciones para el termino renoval que en muchos casos son subjetivas y no definen el real potencial de estos bosques.

Van Dijk (1975), junto con la elaboración de un documento cuyo objetivo fue el de fortalecer el programa nacional del bosque nativo Chileno, define renoval como : a) "Áreas de bosques talados cuya vegetación se esta recuperando ; áreas en que el bosque ha sido talado, pero el terreno no ha sido limpiado en forma suficiente como para que se pueda recuperar la vegetación ; áreas quemadas donde las condiciones climáticas permiten recuperar la vegetación ; b) Renoval es un bosque que ya se ha cerrado, formando su propio microclima y sotobosque . Siempre es un bosque de semillas y/o tocón y es de segundo crecimiento" .

Donoso (1981), señala al renoval como todo bosque de segundo crecimiento, generalmente constituido por la especie más agresiva, de más rápido crecimiento y de mayor habilidad competitiva, entre las que constituyen la flora del área .

Yoma (1984) citado por Hamdan (1995), describe al renoval como toda masa proveniente de la regeneración natural de un bosque, desde su estado diseminado al de latizal alto, hasta 30 cm de diámetro de fuste .

CODEFF (1992), entrega una definición de renoval para aquellos compuestos específicamente por especies de Nothofagus, señalándolos como bosques jóvenes, no

mayores de 50 años, de pocas especies, que presentan facilidades para su manejo y poseen un potencial productivo en el corto plazo .

De acuerdo con el proyecto de Ley para el bosque nativo, el renoval es señalado como una formación juvenil, constituida por especies nativas en donde el diámetro límite esta en relación con cada tipo forestal establecido en el reglamento (CONAF, 1992 citado por Hamdan, 1995). Para el tipo forestal Roble-Raulf-Coigüe este reglamento establece la participación de cualquiera de las tres especies o una combinación de ellas en un 50 % del total de los individuos por hectárea con un diámetro no inferior a 10 cm a 1,3 m de altura (Garrido, 1983 citado por Hamdan, 1995).

Un concepto asociado en todas las definiciones del termino “renoval” y que lo describe con claridad es la juventud y homogeneidad en cuanto a la edad de los individuos que componen el rodal; un bosque deja de ser denominado como renoval cuando los arboles ya no pertenecen al mismo rango de edad por la incorporación de especies en fases mas avanzadas de la sucesión vegetal o dejan de pertenecer a un cierto rango de diámetros y alturas por crecimiento diferencial de especies, con lo cual el bosque pierde su fisonomía y apariencia de coetaneidad (Donoso, 1988), lo cual fija a un renoval independientemente de la o las especies que lo conforman, logrando así su identificación .

III CAUSAS QUE DIERON ORIGEN A LOS RENOVALES DE ROBLE Y RAULI EN CHILE

Los renovales de Roble y Raulí no existían originalmente (Donoso, 1981, 1988), formándose debido a la acción alteradora del hombre y la naturaleza que influyeron en las asociaciones vegetales originales en que estaban incluidas las especies de Nothofagus, favoreciendo la predominancia de este género (Veblen et al., 1979, 1980, 1981 ; Donoso, 1981 ; INFOR, 1991) .

Como lo indican Veblen et al. (1979, 1980), para los bosques de tierras bajas y de alturas medias dominados por Nothofagus en el centro sur de Chile, la regeneración depende completa o parcialmente de disturbios en el rodal antiguo, correspondiendo los rodales actuales a fases sucesionales tempranas con una composición y estructura atribuible a hechos catastróficos .

Donoso (1981), en un estudio de los tipos forestales del bosque nativo concuerda con lo indicado por Veblen et al. (1979, 1980), señalando que los renovales y bosques puros o mezclados de Roble-Raulí-Coigüe, se han formado debido a la acción alteradora del hombre a través de talas masivas y de incendios, para la transformación de áreas boscosas para la agricultura y la ganadería y del catastrofismo derivado de fuerzas naturales, que permitieron el desarrollo de bosques de segundo crecimiento en las áreas donde existían los bosques originales .

Situación similar ha acontecido con los renovales de Roble y Raulí de distribución norte en la Cordillera de la Costa y la Cordillera de los Andes, los que se han originado por

talas sucesivas para efectuar cultivos agrícolas, para ganadería o simplemente carboneo (Donoso, 1988) . Al igual que los renovales de Roble presentes en el valle central de Malleco al sur, cuyo origen sería a partir de talas masivas para despejar terrenos para la agricultura y ganadería o fueron sometidos al fuego (Donoso, 1993).

Antecedentes aportados por Grosse y Cubillos (1991) para algunas localidades de la VIII, IX y X regiones, reafirma lo señalado por Donoso (1981, 1993) y Veblen et al. (1979, 1980), indicando que la composición de los renovales presentes en las áreas de Neltume (X región), Melipeuco y Jauja (IX región), Arauco y Llanccadura (VIII región), fue determinada por las sucesivas explotaciones a tala rasa y quema . Además de procesos catastróficos naturales que influyeron en la transformación de las asociaciones vegetales originales .

La presencia de Roble y Raulí, en toda su área de distribución, esta asociada a sucesos catastróficos naturales o causados por el hombre que proveen periódicamente condiciones favorables para el establecimiento de masas de Nothofagus, que unido a la estrategia oportunista de estas especies (Veblen et al., 1980, 1981 ; Donoso, 1993), su agresividad para establecerse en gran número, la capacidad para retoñar a partir de tocones y el rápido crecimiento que presentan en sitios abiertos, han permitido el desarrollo de áreas extensas de renovales (Schmidt et al., 1979 ; Veblen et al., 1980, 1981 ; Donoso, 1993 ; Grosse, 1993).

IV DISTRIBUCION DE ROBLE Y RAULI

De las dos especies de Nothofagus consideradas, es Roble la que posee un rango de distribución mayor, abarcando desde la V a la X región, estando presente en la Cordillera de los Andes, la Cordillera de la Costa y la parte sur de el valle central . Su límite norte en la Cordillera de la Costa se sitúa entre los cerros el Roble y la Campana entre Santiago y Valparaíso en el paralelo 32° 50' sur . Por la cordillera de los Andes se ubica a la altura de Colchagua en el paralelo 34° 36' sur y por la depresión intermedia en la novena región a partir de el río Malleco, teniendo como límite austral común en el valle central y las cordilleras de los Andes y de la Costa el paralelo 41° 30' sur, al sur del lago Llanquihue (Figura 1a) (Quintanilla, 1974 ; Donoso, 1978, 1981, 1993 ; Rodríguez et al., 1983 ; San Martín y Troncoso, 1993).

Raulí, con un rango menor de distribución, se encuentra en la cordillera de la Costa desde el paralelo 36° 30' sur, hasta la zona de Hueyusca en la Xª región, paralelo 40° 15' sur al norte de la provincia de Osorno. En la cordillera de los Andes su límite septentrional se encuentra un poco más al norte, a partir del río Teno, paralelo 35° sur provincia de Curicó, estando presente hasta Valdivia, paralelo 40° 11' sur (Figura 1b) (Donoso, 1978 ; Rodríguez et al., 1983 ; Martínez, 1993 ; Hormazabal y Benoit, 1987 citados por Hamdan, 1995) .

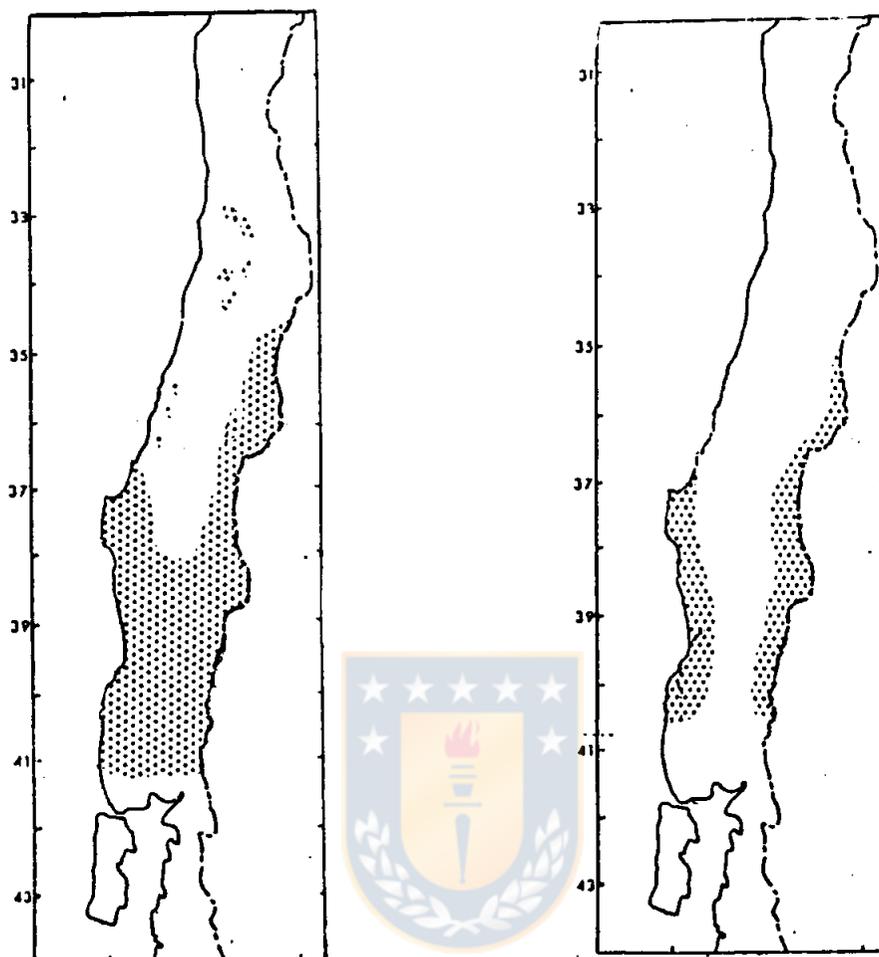


Figura 1a. Distribución Geográfica de Roble

Figura 1b. Distribución Geográfica de Raulí

Fuente : Donoso (1978).

4.1 Ubicación geográfica de los renovales de Roble y Raulí

El área de distribución de Roble y Raulí se divide en dos grandes zonas, la zona norte que va desde su límite septentrional hasta la ribera norte del río Ñuble por la Cordillera de los Andes y el río Itata en la Cordillera de la Costa, área donde los renovales presentes se encuentran dentro del tipo forestal Roble-Hualo y la zona sur a partir de la ribera sur de los ríos mencionados y el límite austral de distribución de las dos especies, donde los

renovales se encuentran dentro del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe y del sub tipo Renovales y Bosques puros de Roble y Raulí (Donoso, 1981, 1993).

4.1.1 Renovales de distribución norte. En la zona norte, Roble es la especie con mayor presencia ocupando las cordilleras de la Costa y de los Andes . En esta ultima forma renovales a partir del paralelo 34° 30' sur hasta el paralelo 36° 50' sur (Río Ñuble), existiendo un verdadero mosaico de rodales de distintas edades producto de la acción antrópica que ha llevado a gran parte de estos bosques a la condición de renovales mantenidos a través de talas periódicas (Garrido, 1981 ; Donoso, 1988, 1993).

En la Cordillera de los Andes varía la importancia de Roble en altura encontrándose en su límite norte en forma aislada entre los 1000 y 2000 m.s.n.m. haciéndose más continua al avanzar hacia el sur y al mismo tiempo desciende en altura hasta presentarse a partir de los 600 m.s.n.m. en los 35 ° lat. sur ocupando principalmente la exposición sur de los cerros, planicies sobre los 1000 m.s.n.m. y quebradas (Donoso. 1981, 1993).

Entre los 35° y 36° lat. sur Roble domina a partir de los 650 m.s.n.m. donde se mezcla con especies esclerófilas, asociándose a mayor altura, entre los 650 y 1000 m.s.n.m. con Raulí en exposición sur y Nothofagus glauca (Hualo) en exposición norte, que dan paso a bosques prácticamente puros de Roble. Desde los 35° 50` lat. sur hasta los 36° 50` sur Roble domina principalmente en exposición sur por sobre los 1000 m.s.n.m. formando un mosaico de renovales con edades distintas. En las demás exposiciones es Hualo la especie más importante (Donoso, 1993).

En la Cordillera de la Costa dentro de la zona norte, las áreas de mayor importancia se encuentran en el límite septentrional de la especie, donde Roble forma mayoritariamente renovales de monte bajo de extensión variable con la presencia de algunos árboles viejos (Garrido, 1981), encontrándose relegados a las cumbres de los cerros donde el microclima es más húmedo, entre los 700 y 2200 m.s.n.m. y donde las especies esclerófilas están ausentes. Más al sur Roble pasa a ocupar quebradas y laderas de exposición sur con superficies de menor importancia en formaciones de grupos de árboles o árboles aislados (Donoso, 1993), pasando a ser reemplazado por Hualo (Donoso, 1981).

La presencia de Raulí en la zona norte, sólo se encuentra en la Cordillera de los Andes formando manchas de renovales relativamente aisladas, puro o mezclado con Roble, siendo mantenidos por cortas para el carboneo desde Curicó hasta el río Ñuble por sobre los 600 m.s.n.m., ocupando la exposición sur donde las condiciones de temperatura y humedad coinciden con sus requerimientos ecológicos o de sitio (Donoso, 1981, 1988, 1993).

4.1.2 Renovales de distribución sur. La mayor concentración de renovales de Roble y Raulí en la distribución sur se encuentra en la Cordillera de los Andes de la octava, novena y décima regiones, estando además presente en sectores aislados de la Cordillera de la Costa y depresión intermedia.

En la Cordillera de la Costa tanto Roble como Raulí sólo se encuentra formando renovales en ambas vertientes de la Cordillera de Nahuelbuta por sobre los 600 m.s.n.m. y en la ladera oriental y occidental de la Cordillera de la Costa de la región de los lagos

(Puente et al., 1981 ; Donoso, 1988, 1993), pudiendo encontrarse además bosquetes de renovales de Roble en forma aislada en otros sectores de la Cordillera de la Costa, dentro de su rango de distribución sur (Donoso et al., 1993b) .

En la Cordillera de los Andes los renovales de Roble y Raulf con excepción de aquellos que se encuentran en la parte norte, que aun mantienen una ubicación en altura con características similares a las poblaciones ubicadas en el límite sur de la distribución norte, se encuentran formando fajas de amplitud variable, ocupando Roble las áreas mas bajas, hasta los 600 m.s.n.m., donde forma mosaicos de renovales puros o mixtos con Raulf de diferentes tamaños, mezclado con potreros y áreas de cultivo (Puente et al., 1979 ; Donoso, 1981). Raulf ocupa las alturas intermedias entre los 600 m y hasta los 900 m.s.n.m., formando un mosaico de rodales con áreas de matorrales o especies tolerantes, en combinación con Coigüe el que se hace más importante a mayor altura (Puente et al., 1979, 1981 ; Donoso, 1993). En muchos sectores Roble y Raulf dan origen a ecotonos, encontrándose bosques mixtos en toda el área de distribución sur (Puente et al., 1979, 1981 ; Donoso, 1981).

En el norte de la VIII región, inmediatamente al sur del río Ñuble, Roble se encuentra formando bosques casi puros a partir de los 400 m.s.n.m., hasta por sobre los 1500 m.s.n.m.. En altitudes medias se hallan bosques mixtos de Roble y Raulf con la presencia de Lingue y Laurel y algunas especies del tipo esclerófilo dominando progresivamente Coigüe a mayores altitudes, mezclándose con Lengua sobre los 1500 m.s.n.m., especie que es dominante hacia el límite altitudinal de la vegetación arbórea. Esta disposición de los bosques está presentes hasta la Laguna del Laja (Donoso, 1993).

Aproximadamente desde los 38 ° lat. sur la presencia de Roble y Raulí varía en importancia a medida que se asciende por la Cordillera de los Andes (Donoso, 1993), dominando Roble desde los 400 m.s.n.m. formando bosques prácticamente puros, hasta los 600 m.s.n.m. donde pierde importancia adquiriéndola Raulí el que se ubica hasta los 900 m.s.n.m. . Entre estas cotas se encuentran las mayores concentraciones de Roble y Raulí predominando este último dadas las características ecológicas y de sitios adecuados para esta especie (Puente et al., 1979). Raulí sobre los 900 m.s.n.m. es sustituido por Coigüe el que forma bosques puros a partir de esta altura.

A medida que se avanza hacia el sur, los bosques de este tipo forestal van desarrollándose a menor altura, hasta encontrarse en su límite austral a partir de los 100 m.s.n.m. (Puente et al., 1979 ; Donoso, 1981 ; Rodríguez et al., 1983), manteniéndose la predominancia de estas especies en los distintos niveles altitudinales.

En el valle central donde se encuentra gran parte de los renovales de Roble y Raulí, originados por el abandono de terrenos por el hombre (Donoso, 1993), éstos se incorporan al paisaje a partir del río Malleco, desarrollándose en forma aislada, aumentando su presencia hacia el sur, teniendo como límite el paralelo 41° 30' sur (Donoso et al., 1993b).

V SUPERFICIES CUBIERTA POR BOSQUE NATIVO Y RENOVALES DE ROBLE Y RAULI

Antecedentes de la superficie total cubierta por bosque nativo son entregadas por Carabias (1975) citado por Herrera (1992), señalando que en el país existirían 6,1 millones de hectáreas de bosque nativo, dentro de las cuales 3,5 millones son consideradas como bosque nativo comercial .

IREN (1979) citado por Herrera (1992), indica la existencia de una superficie para el total de bosque nativo de 7,67 millones de hectáreas entre la VI y XII regiones . Cifra muy cercana a la entregada por INFOR-CONAF (1980) citados por Herrera (1992), a partir de un censo donde se estableció la existencia de 7,61 millones de hectáreas de bosque nativo comercial.

En el año 1985, el Departamento de Silvicultura y Manejo Forestal de la Universidad de Chile y CONAF, en un estudio conjunto, determinaron la existencia de 7,71 millones de hectáreas de bosque nativo entre la V y X región, de las cuales 4,86 millones de hectáreas corresponderían a bosques nativo comercial, concentrándose el 73,8 % en la décima región (Herrera, 1992).

Posteriormente el Instituto Forestal (1991) citado por Herrera (1992), señala que a 1990 existe una superficie de bosque nativo del orden de las 7,616 millones de hectáreas, cifra muy cercana a las entregadas en años anteriores, la que viene siendo utilizada desde 1979.

En la actualidad se está elaborando un catastro nacional de bosque y áreas forestales, mediante el cual se podrá conocer con precisión las áreas de bosque de los diferentes tipos y sub tipos forestales que conforman el bosque nativo (Lagos, 1995), teniendo actualmente (Junio, 1996) los trabajos un 80 % de avance entre la I y XII regiones, determinándose la existencia hasta este momento de 9.917.314 hectáreas cubierta con bosque nativo (Lagos, 1996).

En cuanto a los renovales, la dificultad para determinar la superficie potencial se debe fundamentalmente a las diferentes definiciones existentes del término "Renoval" en muchos casos subjetivas y que no definen su potencial (Avilés, 1995) y a la no existencia de un inventario nacional. Antecedentes de superficie cubierta por este tipo de bosque en el país son entregados por Brown et al. (1967) citados por Herrera (1992), indicando la existencia de algo más de 2 millones de hectáreas de renovales, no especificando a que tipos forestales corresponden.

De Camino et al. (1974), determinaron la superficie de renovales resumiendo diversas evaluaciones realizadas principalmente por el INFOR (1964), señalando un área cubierta por renovales de Roble y Raulí entre las provincias de Arauco y Llanquihue de 151.299 hectáreas (Tabla 1).

Carabias (1975) citado por Herrera (1992), indica la existencia de 157.299 hectáreas de renovales de Roble-Raulí. Cifra similar a la entregada por Schmidt et al. (1979) citando como fuente al INFOR (1967), indicando la existencia de una superficie de 151.150 hectáreas de renovales de Roble y Raulí en las provincias de Bío-Bío, Malleco, Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue .

Ulloa (1984), junto con señalar que las cifras para el total de superficie cubierta con bosque nativo comercial mencionadas anteriormente distan mucho de la realidad, indica una superficie de renovales manejables entre la VII y XII regiones de 600 mil hectáreas, sin realizar una separación por tipo de bosque .

Según Schmidt y Lara (1985) citados por Herrera (1992), los renovales en general sin identificar a la o las especies que lo componen son el tipo de bosque con la mayor superficie ocupada, alcanzando a 1.676.841 hectáreas entre las regiones Metropolitana y décima primera .

En un estudio realizado por el Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción para la octava región, que abarcó el área entre los ríos Perquilauquén por el norte y Renaico por el sur, entre las cotas 400 y 2000 m.s.n.m. en la cordillera de los Andes, determinó para esta área la existencia de 128.521 hectáreas de renovales de Nothofagus (Vargas et al., 1985), cifra inferior a la entregada por CORMA para el total de la región donde se determinó la existencia de 153 mil hectáreas de renovales (Gutiérrez, 1989).

En un estudio de similares características al realizado por la Universidad de Concepción en la VIII región, llevado a cabo en la precordillera y cordillera Andina de la novena región, el INFOR estableció en esta área la existencia de 103.796 hectáreas de renovales y la presencia de una mezcla de renoval con bosque adulto en una superficie de 64.372,8 hectáreas (Chile Forestal, 1993).

TABLA 1. SUPERFICIE CUBIERTA POR RENOVALES DE ROBLE Y RAULI .

Provincia	Sup. renoval (ha)
Bío-Bío	61.018
Malleco	44.743
Cautín	27.041
Valdivia	7.760
Osorno	7.851
Llanquihue	2.913

Fuente : De Camino et al. (1974) .



VI CARACTERISTICAS AMBIENTALES DEL AREA GEOGRAFICA OCUPADA POR ROBLE Y RAULI

6.1 Clima

En general Roble y Raulí se encuentran ocupando dos grandes zonas climáticas en nuestro país, la zona mesomórfica que abarca desde la regiones interfluviales Choapa y Petorca por el norte hasta Itata - Laja por el sur y la zona hidromórfica donde se ubican las principales formaciones boscosas de estas especies, desde el límite de la zona mesomórfica hasta el extremo sur de Chile (CIREN - INFOR, 1994) .

Dentro de la zona mesomórfica, las condiciones de mediterraneidad donde crece Roble en la distribución norte, desde su límite septentrional hasta el río Itata por la Cordillera de la Costa (36° 30` lat. sur) y el río Ñuble por el sector andino (36° 50` lat. sur), producen fuertes contrastes entre exposiciones y altitudes diferentes, así como un marcado efecto de biombo climático y sombra de lluvia de las cordilleras (Donoso, 1993), ubicándose Roble en las partes altas de las montañas y en exposiciones húmedas o en quebradas donde el efecto de la sequedad y de las altas temperaturas es más moderado que en las tierras bajas de el valle central (Quintanilla, 1974 ; Donoso, 1978) .

Roble en el área desierta ocupa las regiones mediterráneas húmedas en ambas cordilleras, con precipitaciones anuales en la cordillera de la Costa que fluctúan entre 500 y 1000 mm (Quintanilla, 1974) y en la cordillera de los Andes entre los 1000 y 2000 mm (Donoso, 1978, 1981), concentrándose principalmente en los meses de invierno, con un período seco que varía de 7 a 9 meses en el límite septentrional de esta especie, disminuyendo gradualmente hacia el sur, hasta 4 a 6 meses secos en la cordillera de la Costa y sólo 3

meses en la cordillera de los Andes, en el límite sur de su distribución norte (Donoso, 1978, 1981 ; CIREN - INFOR , 1994) .

En toda esta zona Roble esta expuesto a heladas durante la primavera y otoño, y a temperaturas congelantes durante el invierno, con precipitaciones en forma de nieve en los sectores mas altos de la Cordillera de los Andes (Donoso, 1978) .

Raulf en la zona norte se encuentra dentro del clima mediterráneo húmedo, en la cordillera de los Andes (Quintanilla, 1974 ; Donoso, 1978, 1981), entre Curicó y el río Ñuble, en alturas donde sus exigencias de humedad y adaptación a bajas temperaturas permiten su presencia (Quintanilla, 1974) . Las precipitaciones en este sector varían de 1000 a 2000 mm anuales (Donoso, 1978, 1981 ; Donoso et al., 1993b), con un período seco bien marcado que fluctúa entre 3 a 6 meses, con presencia de heladas y precipitaciones en forma de nieve durante el invierno y altas temperaturas durante el verano (Donoso, 1978 ; CIREN - INFOR, 1994) .

En la zona hidromórfica, con excepción de una pequeña porción en su límite norte que mantiene una cierta influencia mediterránea, no se observa una estación seca prolongada (CIREN - INFOR, 1994), produciéndose un aumento gradual de las precipitaciones de norte a sur, las cuales varían desde los 1500 mm en el límite norte hasta los 4500 mm en el límite sur de distribución de Roble y Raulf, trayendo como consecuencia una disminución de el período de sequía que llega a cero en el límite austral de estas especies (Puente et al, 1979 ; Donoso, 1978, 1981, 1993 ; CIREN - INFOR, 1994) .

En la zona hidromórfica las mayores fluctuaciones de temperatura se presentan en el límite norte, las que se hacen más moderadas hacia el sur donde las temperaturas de

invierno y verano no son extremas (Donoso, 1978), no sobrepasando los 7° C debido al marcado efecto oceánico (Quintanilla, 1974 citado por Donoso, 1978), con excepción de las partes altas de la cordillera o precordillera Andina donde se encuentra Roble y Raulí.

De acuerdo a un estudio realizado por Donoso et al. (1993b), donde se establecieron zonas de crecimiento para Roble y Raulí relacionándolas con las condiciones climáticas de estas áreas, se determinó su presencia en diferentes climas dentro de la zona sur .

Los bosques donde esta presente Roble se encuentran dentro de los climas mediterráneo frío, marino fresco, marino húmedo patagónico y polar andino, caracterizados por presentar precipitaciones anuales que fluctúan entre 1040 a 2347 mm con un rango de 0 a 4 meses secos y temperaturas medias anuales entre 10 y 13,7 ° C. El periodo libre de heladas varía de 172 a 200 días con temperaturas del mes más frío en un rango de 0,4 a 3,8 ° C (INIA 1989, CIREN, 1990 citados por Donoso et al., 1993b) .

Raulí, que en muchos sectores se encuentra formando bosques mixtos con Roble, esta presente dentro de el clima mediterráneo frío, mediterráneo húmedo, marino fresco, marino húmedo patagónico y polar andino, diferenciándose en las características propias de las áreas en que esta especie crece . Las precipitaciones en el área ocupada por Raulí fluctúan entre los 2050 y 2817 mm anuales, con temperaturas medias dentro del rango de 10 a 14 ° C, con un periodo seco que varia entre 0 a 4 meses y un período libre de heladas entre 130 a 180 días con temperaturas del mes más frío entre 0,4 y 3,5 ° C (INIA, 1989, CIREN, 1990 citados por Donoso et al., 1993b) .

Según Donoso et al. (1993b), las mejores condiciones climáticas para Roble se encuentran en aquellas áreas donde las precipitaciones superan los 1500 mm anuales, sin

o con un corto período seco y con temperaturas moderadas durante el período vegetativo. Para Raulí, especie adaptada a condiciones climáticas cordilleranas, las áreas más favorables están en aquellos sitios donde las precipitaciones sobrepasen los 2000 mm anuales, con temperaturas moderadas y un período corto de heladas que permiten un receso vegetativo más breve (Donoso, 1978 ; Donoso et al., 1993b) .

6.2 Suelo

Roble y Raulí por tener una amplia distribución a lo largo del país ocupando la Cordillera de los Andes, la cordillera de la Costa y la parte sur de valle central, se desarrollan sobre diferentes tipos de suelos .

En la parte septentrional de su distribución, Roble en la cordillera de la Costa crece en suelos desarrollados sobre esquistos y mica esquistos (Peralta, 1971 citado por Donoso, 1981), poco profundos, de textura franca con grava a escasa profundidad . En la Cordillera de los Andes el suelo tiene como material generador rocas graníticas y conglomerados volcánicos que originan algunos suelos de trumaos (Ibarra y Marques, 1976 citados por Donoso, 1981) muy profundos, de textura franco arenosa a franco arcillosa . También es posible en altura mayores encontrar a Roble creciendo en riscos donde los suelos son muy delgados y rocosos (Donoso, 1978) .

Los suelos al sur del río Ñuble, sobre los cuales se desarrollan los bosques de Roble y Raulí en la cordillera de los Andes, son predominantemente trumaos (Quintanilla, 1974 ; Puente et al, 1979, 1981 ; Robert y Díaz, 1960 citados por Donoso, 1981 ; Grosse, 1993), provenientes de cenizas volcánicas (CIREN - INFOR, 1994), escoria y pumicita (Donoso, 1978) . Estos se encuentran a lo largo de toda la Cordillera de los Andes entre

la VIII y X región como lo demuestran los renovales presentes en los sectores de San Fabián (VIII región), Jauja y Melipeuco (IX región), Neltume y Puerto Fuy (X región), donde los suelos corresponden a trumaos (Schmidt et al., 1983 ; Burgos, 1984 ; Henle, 1991 ; INFOR, 1991) diferenciándose solo por su estado de evolución . La característica de estos suelos trumaos es que son generalmente profundos, con buen drenaje, ácidos a moderadamente ácidos (Donoso, 1981), con abundante materia orgánica (Schmidt et al., 1983) .

Otros suelos en los cuales se encuentran los renovales de Roble y Raulf en la cordillera de los Andes son los suelos rojos, caracterizados por ser profundos con buen drenaje y buena fertilidad (Puente et al, 1979 ; Grosse y Cubillos, 1991). Además pueden encontrarse ocupando áreas desnudas derivadas de derrumbes, con baja fertilidad y suelos poco desarrollados, donde actúan como pioneras (Puente et al., 1979 ; Veblen et al., 1979) .

En el valle central, los suelos donde se ubican principalmente los renovales de Roble, presentan acumulaciones de materiales volcánicos más antiguos y evolucionados que los encontrados en la Cordillera de los Andes, ocupando lomajes suaves y terrazas aluviales y lacustres (CIREN - INFOR, 1994) .

En la Cordillera de la Costa el origen de los suelos donde se encuentran los renovales de Roble y Raulf, es diferente a las dos formaciones anteriores, correspondiendo a suelos sedimentarios marinos, metamórficos (INFOR, 1991) y graníticos, caracterizándolos un buen desarrollo y altos contenidos de arcilla (Rocuant, 1969 ; Donoso, 1978 ; CIREN - INFOR, 1994).

VII COMPOSICION Y ESTRUCTURA DE LOS RENOVALES DE ROBLE Y RAULI

7.1 Renovales de distribución norte

En cada una de las diferentes situaciones en que Roble y Raulí crecen a lo largo de su distribución corresponde a un tipo diferente de composición y estructura .

La composición de los renovales dependerá de las especies que se encontraban en los bosques originales, del tipo y frecuencia de las intervenciones ejercidas sobre ellos y factores al azar y su estructura variará de acuerdo a las intervenciones a las que han sido sometidos, a su posición en altura la que influye principalmente sobre la densidad de las especies acompañantes, al origen de los renovales que afecta directamente la distribución de los individuos en la superficie, la exposición que hace variar la composición, la edad y localización geográfica y topográfica (Puente et al., 1979, 1981 ; Donoso, 1981 ; Grosse y Cubillos, 1991) .

En su distribución norte, Roble en las cumbres entre Santiago y Valparaíso se encuentra formando bosquetes casi puros asociándose ocasionalmente a especies arbóreas como Peumo, Maitén, Quillay y Litre. Bajo este estrato arbóreo formando parte de el sotobosque puede encontrarse Maquisillo o Lilen, Maquí, Naranjillo o Huilli, Patagua, Michay y algunas especies compuestas (Donoso, 1981).

La estructura de estos bosques septentrionales se presenta como rodales coetáneos casi puros y abiertos ocupando pequeñas superficies con la presencia de algunos individuos

viejos y un sotobosque relativamente escaso compuesto por especies esclerófilas (Donoso, 1981, 1993 ; Garrido, 1981).

Más al sur, Roble en la Cordillera de la Costa se ubica en áreas de quebradas, en laderas de exposición sur y sectores más húmedos, a través de la presencia de individuos aislados o pequeños bosquetes donde puede encontrarse junto a Canelo, Olivillo, Lingue, Hualo, Mañío de hojas largas y especies de Queule y Pitao (Donoso, 1981) .

En la Cordillera de los Andes dentro de su distribución norte, Roble se caracteriza por su mayor importancia relativa y la variación altitudinal de las especies acompañantes que componen estos bosques (Donoso, 1981, 1993) .

Los bosques dentro de esta área pueden dividirse en dos grupos, aquellos ubicados entre el límite norte y el río Lontué y desde este punto y el río Ñuble . En el primer sector en exposición norte, Roble junto a Peumo y Ciprés de la Cordillera son las especies principales en altitudes bajas y medias, acompañados por las especies arbustivas Maqui, Mayo, Radal, Piñol y especie esclerófilas de compuestas, Ramnaceas y otras que varían de acuerdo al grado de alteración . A mayor altitud Roble se transforma en la especie más importante, formando bosques prácticamente puros, con menor altura y densidad, hasta constituirse en bosques achaparrados por encima de los 1500 m.s.n.m. y el límite altitudinal de la vegetación arbórea (Donoso, 1981, 1993) .

En exposición sur en altitudes bajas y medias, Roble es la especie de mayor importancia relativa, asociándose a individuos más pequeños de especies como Peumo, Avellano, Olivillo, Lingue y arbustos de Maquí, Mayo y especies de compuestas Ramnaceas, Mirtaceas, Anacardaceas y otras pasando a formar a mayor altitud, al igual que en la

exposición norte, bosques prácticamente puros. Dentro de esta área al norte del río Lontué, también es posible encontrar Roble en quebradas y lugares húmedos asociado a especies hidrófilas como Coigüe, Laurel, Olivillo, Canelo y otras especies arbustivas (Donoso, 1981) .

La estructura de los renovales en esta área entre los 700 y 900 m.s.n.m. se presenta con densidades bajas de 100 a 300 árboles por hectárea, con una ocupación del sitio de 8 a 12 m² de área basal por hectárea de la cual el 87 % corresponde a Roble y el resto esencialmente a Ciprés de la Cordillera y Peumo. Sobre los 900 m.s.n.m. se encuentran poblaciones puras de Roble con árboles de mayor tamaño y edad, correspondiendo a renovales de monte medio que se han originado producto de sucesivas talas . En áreas más bajas roble forman ecotonos con especies esclerófilas o se mezcla en quebradas con especies hidrófilas (Donoso, 1981) .

Al sur del río Lontué en las áreas más o menos planas y húmedas, en la exposición sur y en lomajes y planicies sobre los 1000 m.s.n.m. Roble es la especie de mayor importancia, formando bosques donde se asocia con ejemplares arbóreos o arbustivos de Naranjillo, Piñol, Avellano, Maquí, Olivillo, Mañío de hojas largas, Arrayán, Lingue, Litre, Radal, Laurel, Zarzaparrilla y en algunas laderas con Hualo (Donoso, 1981, 1993 ; Donoso et al., 1993b) .

Los renovales en esta zona presentan densidades mayores que más al norte, encontrándose en áreas alteradas entre 1000 a 4000 árboles por hectárea con edades de 1 a 25 años y Dap entre 2 y 20 cm, siendo además posible encontrar rodales de 20 a 100 años con densidades de 1500 arb/ha de los cuales sólo 250 a 400 corresponden al estrato dominante.

En la zona norte, de Curicó hasta el río Ñuble, Raulí forma bosquetes puros o mezclados con Roble o Hualo y especies más o menos hidrófilas como Canelo, Olivillo, Avellano, Coigüe, Mañío de hojas largas y especies arbustivas más mesofíticas de la región en el sotobosque, dependiendo de la exposición (Donoso, 1978, 1981, 1988, 1993).

La información de la estructura de renovales de Raulí ubicados en la Cordillera de Talca entregada por Donoso (1988), permite caracterizar estos renovales, encontrando a Raulí junto a Roble desplazados a clases diamétricas altas, formando una curva normal entre los 10 y 45 cm de Dap, ocupando el 87 % del área basal total, con la presencia de árboles dominantes con alturas de 24,2 m y 27,0 m como promedio para Raulí y Roble, respectivamente. Las clases diamétricas inferiores son ocupadas por las especies acompañantes Lingue, Peumo, Canelo y la presencia de Luma y Radal. La edad promedio de estos rodales es de 47 años con densidades de 1790 árboles por hectárea y una participación de Raulí del 33% y 20% de Roble respecto al total de árboles (Donoso, 1988).

7.2 Renovales de distribución sur

Los renovales de Roble y Raulí de distribución sur se encuentran dentro del tipo forestal Roble - Raulí - Coigüe, formando bosques puros o una mezcla de ellos. Sin embargo como derivan de tipos de bosques más complejos, se encuentran además especies en el sotobosque e individuos arbóreos propios de los tipos originales (Donoso, 1981), apareciendo con mayor o menor frecuencia especies tolerantes de crecimiento más lento que los Nothofagus y capaces de reproducirse vegetativamente (Puente et al., 1979).

Los renovales de Roble y Raulí ubicados en la cordillera de Nahuelbuta tienen como especies acompañantes más importantes Lingue, Laurel, Avellano, Canelo, Trevo, Piñol y Olivillo (Donoso et al., 1993b), y las especies arbustivas Avellanillo, Maquí, Michay, Zarzaparrilla, y Quila (Rocuant, 1969). Más al sur en la cordillera de la Costa de la décima región, Roble y Raulí se asocian con Trevo, Canelo, Lingue, Tineo, Tapa y Avellano como las especies más importantes (Donoso et al., 1993b).

Los renovales no intervenidos en esta área tienen densidades que fluctúa entre 1040 y 2360 árboles por hectárea con edades entre 23 y 72 años y una participación muy variable de Roble y Raulí respecto al total de árboles, desde un 22 % a un 100 %. La ocupación del sitio de Roble y Raulí varía de un 67 % (46,66 m²/ha en Vegas Blancas), hasta el 100% de el área basal por hectárea (29,43 m²/ha, localidad de Las Trancas), con diámetros promedios de los individuos entre los 11 y 18 centímetros (Donoso et al., 1993b).

En el valle central, desde la provincia de Malleco, Roble se asocia principalmente con Lingue, aumentando hacia el sur el número de especies importantes que lo acompañan sumándose a Lingue, Piñol, Avellano, Radal, Tapa, Laurel, Ulmo, Olivillo, Arrayán, Trevo, Tineo, Tiaca y, en algunos sectores, Raulí (Donoso et al., 1993b).

Las densidades de los renovales no intervenidos en esta área fluctúan entre 490 y 4570 árboles por hectárea, con una participación de Roble en el número total de árboles de 34 % a 100 %. Las edades de estos renovales varían entre 24 a 40 años, con una ocupación de Roble en área basal desde un 61 % (30,05 m²/ha, localidad de Dollinco), hasta el 100 % (48,36 m²/ha, localidad de Fresia), con diámetros promedios en un rango de 10,37 a 36,95 centímetros (Donoso et al., 1993b) .

En la Cordillera de los Andes a partir del río Ñuble, Roble forma bosques casi puros asociándose en las partes bajas a especies esclerófilas y a mayor altura con Raulí junto a la presencia de Laurel, Lingue, Avellano, Canelo, además de algunas especies del tipo esclerófilo (Donoso, 1993 ; Donoso et al., 1993b) . Más al sur las especies más importantes que acompañan a Roble y Raulí son Lingue, Avellano, Laurel, Piñol y Olivillo (Puente et al, 1981), encontrándose además Tapa, Mirtaceas, Trevo, Mañío Hembra, Coigüe, Avellanillo, Tineo y Radal con una menor importancia (CODEFF, 1992; Donoso, 1993 ; Donoso et al., 1993b) .

La estructura de los renovales en la Cordillera los Andes varía en rodales no intervenidos como en aquellos que si lo fueron (Puente et al., 1979, 1981), encontrándose a menor altura una mayor presencia de Roble, pasando a ser reemplazado por Raulí en altitudes medias (Donoso, 1981), presentándose las condiciones más favorables para la asociación Roble-Raulí en exposición norte donde la humedad para las especies tolerantes es menos favorable y el número de individuos de Roble y Raulí respecto al total es mayor que en exposición sur y oeste donde es más frecuente la presencia de Coigüe, Raulí y especies tolerantes con requerimientos altos de humedad (Puente et al., 1981) .

Los renovales no intervenidos en la cordillera de las provincias de Ñuble y Bío-Bío, en la octava región, tienen edades entre los 22 y 58 años, con densidades que fluctúan entre los 1590 y 2730 árboles por hectárea y una ocupación del sitio de 19,68 a 62,19 metros cuadrados de área basal por hectárea, con Dap promedios que varían entre 10,61 y 14,94 centímetros (Donoso et al, 1993b).

En las provincias de Malleco, Cautín y Valdivia, de acuerdo a la caracterización de los renovales realizada por Puente et al. (1979), sus edades fluctuarían entre 15 y 60 años,

siendo más frecuente la edad para los tres tipos (tipo Roble, tipo Raulí y tipo Roble-Raulí), entre los 20 y 40 años .

La densidad de los renovales ubicados en las provincias señaladas, fluctuarían entre 600 y 5000 individuos por hectárea, con diámetros entre 6 y 30 cm, presentando los tipos Raulí y Roble-Raulí un número similar de individuos por clase diamétrica a diferencia del tipo Roble que presenta un número menor de individuos en todas sus clases diamétricas . La ocupación del sitio en los renovales varía entre 10 y 60 metros cuadrados de área basal por hectárea en las tres provincias, encontrándose una gran dispersión para los distintos tipos de renovales (Puente et al., 1979).

En general los renovales de Roble de tierras bajas de la zona sur presentan una distribución normal de los individuos por clase diamétrica, que en rodales más viejos se hace más plana desplazándose los árboles hacia la derecha ocupando las clases diamétricas superiores (Puente et al., 1979 ; Alvarez, 1982 ; Veblen et al., 1979 citados por Donoso, 1993) . Para Raulí la distribución también corresponde a la normal (Donoso, 1993) a normal asimétrica, que varía al aumentar la edad de los árboles tendiendo a aplanarse, pero a diferencia de Roble, los rodales con mayor edad mantienen un gran número de individuos en las clases diamétricas inferiores (Donoso, 1988) .

VIII DINAMICA DE LOS RENOVALES DE ROBLE Y RAULI

El patrón general de sucesión en los bosques de Nothofagus puede presentar una gran cantidad de variaciones dependiendo de la etapa sucesional en la que se encuentren, sustrato, topografía, latitud, altitud (Donoso, 1993), correspondiendo cada situación a un tipo diferente de desarrollo de las comunidades (Puente et al., 1979) .

Una de las principales diferencias sucesionales se da entre las poblaciones de Nothofagus de distribución norte y sur. Esto se debe a las condiciones de mediterraneidad en que se desarrollan las comunidades forestales en la zona norte, con la presencia de una menor cantidad de especies competidoras, una larga estación seca, altas temperaturas en verano, bajas en invierno y heladas en otoño y primavera, con una marcada diferencia entre exposiciones diferentes, constituyéndose en comunidades discretas, a diferencia de las condiciones para su desarrollo en la distribución sur, donde las comunidades forestales forman un continuo vegetacional en sentido altitudinal y latitudinal, con condiciones ambientales de humedad durante todo el año, temperaturas moderadas, pero una fuerte competencia con otras especies debido a una vegetación muy densa con muchas especies invasoras (Donoso, 1978, 1981, 1993) .

Los bosques más septentrionales de Roble, que corresponden a renovales ubicados en la Cordillera de la Costa, producto de madereos y cortas posteriores, corresponden a bosques relictos que actualmente se encuentran en un estado de desarrollo estacionario, sin la presencia de regeneración por las condiciones de aridez de el área, falta de semillas o fallas en la germinación y establecimiento posterior por condiciones ambientales adversas (Donoso, 1981, 1993). En áreas alteradas la regeneración vegetativa desde los

tocones de Roble da origen a rodales coetáneos de monte bajo producto de la corta, pudiendo llegar en un futuro cercano a la invasión y reemplazo de estos bosques por especies esclerófilas circundantes si se mantiene la corta (Donoso, 1978, 1981, 1993 ; Garrido, 1981).

Los bosques de Roble ubicados en la cordillera de los Andes entre los 34° 30' lat sur y el río Ñuble, generalmente son puros con abundante regeneración presente en claros y lugares dañados o intervenidos donde se ve favorecida por la remoción de la materia orgánica y la apertura del dosel, formando renovales a partir de plántulas de semilla y rebrotes de tocón (Donoso, 1978, 1988, 1993). Esta regeneración posee una dinámica de autorreemplazo discontinuo, debido a las dificultades para germinar y establecerse derivadas de un medio ambiente adverso (Donoso, 1993) .

La evolución de estos renovales se inicia con una gran cantidad de individuos ocupando las clases diamétricas inferiores, proveniente principalmente de rebrotes de tocón en áreas alteradas. Antecedentes de renovales presentes en la Cordillera de Parral, permite apreciar el desarrollo de una sucesión secundaria después de la tala, cultivo y abandono del bosque de Roble . Los tocones rebrotan vigorosamente alcanzando 5 a 6 metros y diámetros de 2 a 6 cm en un promedio de 5 a 6 años, pudiendo llegar a 9 cm de diámetro y 8 metros de altura a los 10 años (Donoso, 1993) . Esta gran cantidad de individuos en las clases diamétricas inferiores se mantiene hasta los 20 años, sustentándose un renoval puro, donde es frecuente que pronto se asocie a otras especies como Olivillo y Avellano; este último también desarrollado de tocón, rebrota abundantemente sin perdurar mucho en el tiempo (Donoso, 1988) .

Al alcanzar los rodales una edad entre los 20 y 30 años, los individuos se desplazan a clases diamétricas mayores formando una curva normal asimétrica, la que se vuelve más simétrica al sobrepasar los individuos los 30 a 40 años de edad, logrando extenderse a clases diamétricas más altas . Al lograr una condición de bosque adulto (40-50 años) los árboles producen semillas y la regeneración a partir de estas es mínima en el interior del rodal por el número de individuos en clases diamétricas bajas, encontrándose en cambio abundantes plántulas de Roble en los bordes abiertos de rodales o en claros, continuando el proceso futuro de autorreemplazo mediante una dinámica de regeneración por claros de no existir una nueva intervención (Donoso, 1981, 1988, 1993) .

Los bosques de distribución sur situados a partir del río Itata en la Cordillera de la Costa y Ñuble por la Cordillera de los Andes de acuerdo a la teoría clásica sucesional deberían estar dominados por especies tolerantes o semitolerantes dejando fuera a los Nothofagus (Donoso, 1993) .

Para interpretar la presencia de estas formaciones boscosas se barajan dos hipótesis muy similares, la descrita por Brown (1969) citado por Schmidt et al. (1979) y Van Dijk (1975), que señala a los bosques de Nothofagus de la provincia de Valdivia dentro de un ciclo sucesional compuesto por cuatro fases principales destacando dentro de ellas la presencia de especies de luz (Nothofagus) y de sombra, alternándose la dominancia de estos bosques .

La otra posición esta definida por Veblen et al. (1978) citados por Donoso (1981, 1993) y Puente et al. (1979), quienes determinan la presencia de los bosques de Nothofagus como una fase sucesional temprana, en altitudes medias y bajas, derivadas de la destrucción de los bosques originales que impiden su reemplazo por especies tolerantes .

La similitud de estas dos posiciones esta en las condiciones para el establecimiento y permanencia de los Nothofagus, señalando Brown (1969) que de no mediar una buena regeneración de los Nothofagus se producirá la penetración de las especies de sombra dando origen a una forma oscura y Veblen et al. (1978), señalan que al no existir disturbios masivos en los rodales de Nothofagus estos serán reemplazados por especies tolerantes a la sombra, correspondiendo las dos situaciones al inicio de un ciclo, que comienza con el establecimiento de las especies de Nothofagus como resultado de condiciones que les permitieron regenerarse.

Una vez establecidos los renovales de Roble y Raulí la variación en la dinámica de estas dos especies esta dada por la mayor resistencia de Raulí a la sombra, permaneciendo mayor tiempo los individuos de clases diamétricas inferiores bajo el dosel superior.

Al inicio ambas especies poseen gran cantidad de individuos jóvenes, cuyo proceso de establecimiento ocurre en un periodo de 10 años tanto a partir de semillas como de reproducción vegetativa luego de una tala rasa o fuego (Puente et al., 1979, 1980 ; Veblen, 1985a citado por Donoso, 1993).

Este gran número de individuos de Roble y Raulí en clases diamétricas bajas se mantienen entre los 20 y 30 años con un mínimo de individuos sobre los 25 cm de diámetro (Puente et al., 1979 ; Donoso, 1988) . Al alcanzar los rodales la edad de 30 a 40 años se observa una mayor tolerancia de Raulí respecto a Roble representada en la distribución de frecuencia de las clases de tamaño de Roble, que adquiere una curva muy próxima a la normal, a diferencia de Raulí que mantiene una curva sesgada a la derecha, pudiendo los individuos jóvenes que ocupan las clases diamétricas inferiores lograr establecerse o permanecer mucho tiempo bajo el dosel superior. En los rodales de Roble

mueren rápidamente por un proceso conocido como autorraleo (Figura 2 y 3) (Puente et al., 1979 ; Donoso, 1993).

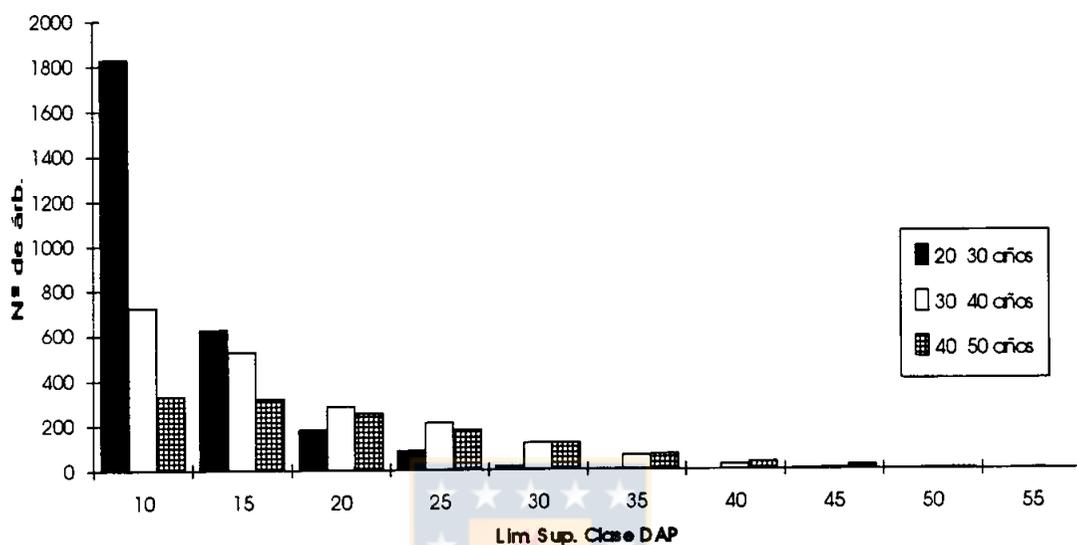


Figura 2. Renoval tipo Raulí, según edades . Provincia de Malleco, Cautín y Valdivia.

Fuente : Puente et al. (1979).

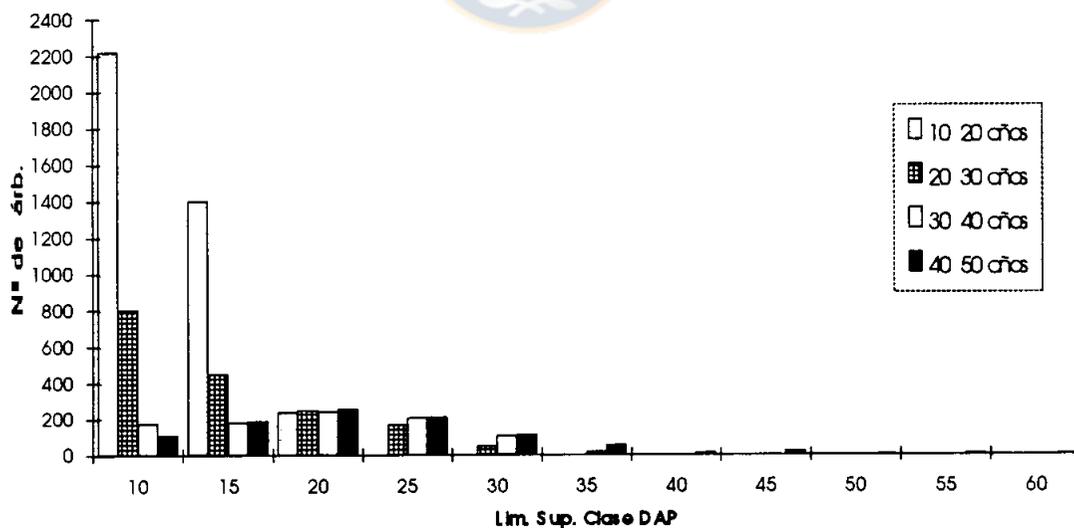


Figura 3. Renoval tipo Roble, según edades . Provincias de Malleco, Cautín y Valdivia .

Fuente : Puente et al. (1979).

A los 40 ó 50 años los rodales de Roble como resultado del raleo natural se encuentran con un número de individuos menor que los renovales de Raulí (Donoso, 1993), en todas sus clases diamétricas, formando Raulí una curva normal muy sesgada hacia la derecha. A esta edad algunos individuos de Roble y Raulí alcanzan hasta la clase diamétrica 50 cm (Figura 2 y 3) (Puente et al., 1979 ; Donoso, 1988) .

La dinámica de los renovales de Roble-Raulí (mixto), en cuanto al número de árboles por clase diamétrica es similar al tipo Raulí, manteniendo un gran número de individuos en las clases diamétricas bajas entre los 20 a 30 y 30 a 40 años (Figura 4) (Puente et al., 1979) .

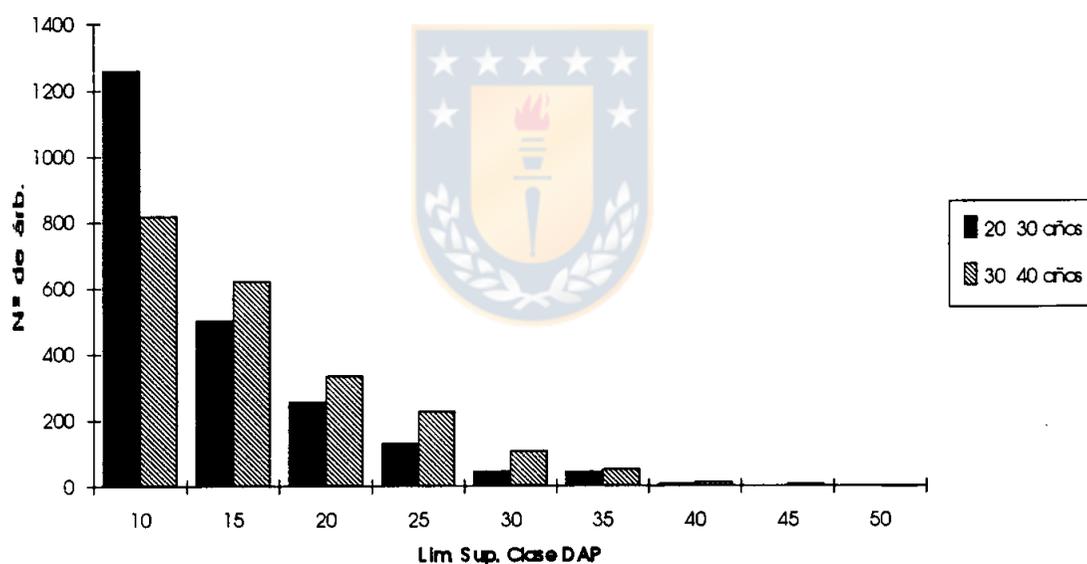


Figura 4. Renoval tipo Roble-Raulí, según edades. Provincias de Malleco, Cautín y Valdivia.

Fuente : Puente et al. (1979).

Raulí, cuando se desarrolla junto a Coigüe en bosques de altitudes medias, puede ser superado por éste en la invasión de los espacios abiertos, debido a las características de sus semillas, teniendo mayor capacidad de colonizar nuevas áreas, pudiendo Raulí en

ocasiones lograr establecerse con posterioridad entre las plantas de Coigüe, creciendo mejor en estas condiciones gracias a la protección lateral que le proporcionan . En los bosques adultos de Raulf-Coigüe, la caída de árboles viejos de Coigüe puede permitir el establecimiento de Raulf que es más tolerante aprovechando el aumento de la luminosidad en el piso del bosque (Donoso, 1993) .

En rodales de Roble de tierras bajas, se evidencia un esquema de sucesión donde la estructura presente y la composición de especies son consecuencia de la respuesta diferente de las especies dominantes a disturbios periódicos de variada escala (Veblen et al., 1979). A medida que aumentan su edad y evolucionan hacia un bosque coetáneo con distribución normal aplanada, comienzan a establecerse bajo el dosel las especies tolerantes Olivillo, Laurel y Lingue, lo que varía dependiendo de la ubicación latitudinal y altitudinal del rodal, pudiendo hallarse además, Avellano, Tapa, Mirtaceas, Podocarpaceas y otras, que pasan a ocupar las clases diamétricas inferiores para luego alcanzar las intermedias y superiores, quedando Roble representado sólo por grandes árboles, no regenerando en el interior del bosque (Donoso, 1993) .

Otros factores que afectan la dinámica futura de un renoval es el origen y presencia de algunas especies en el sotobosque, encontrándose en rodales de monte alto especies tolerantes presentes en el sotobosque las que inciden fuertemente en los diámetros menores, a diferencia de los rodales de monte bajo, donde las especies tolerantes tienen gran influencia en los diámetros mayores . Además la presencia o ausencia de Chusquea sp. afecta la distribución y retarda el establecimiento del rodal pudiendo llegar a impedir la regeneración en claros de los Nothofagus (Puente et al., 1979) .

En general la tendencia de los bosques de Nothofagus de la zona transicional al sur del río Itata y Ñuble es a la declinación de su importancia a medida que avanza la sucesión vegetacional hacia una condición clímax, hasta que muy pocos individuos permanezcan emergentes y dominantes (Donoso, 1993) y de no ocurrir algún tipo de catástrofe natural o creadas por el hombre, las especies tolerantes se reproducirán y las intolerantes morirán gradualmente, transformándose las especies tolerantes en dominantes capaces de autoperpetuarse en las distintas comunidades (Puente et al., 1979).

Este período en que aumenta la presencia de especies tolerantes bajo el dosel superior y progresivamente alcanzan estratos más altos, es superado por los Nothofagus en los bosques viejos (maduros), por su gran longevidad relativa al intervalo de ocurrencia entre catástrofes periódicas (vulcanismo, movimiento de tierra), que les permite mantenerse como especies pioneras cada vez que ocurre un disturbio en los rodales (Veblen et al., 1979).

IX REGENERACION NATURAL DE ROBLE Y RAULI

9.1 Fenología y producción de semillas

Roble y Raulí son árboles monoicos, cuya floración se lleva a cabo en los meses de Septiembre a Noviembre . La flor masculina en Raulí se encuentra en racimos con 2 a 3 flores o sola, diferenciándose de Roble que presenta una flor masculina siempre solitaria. En ambas especies la flor femenina se encuentra formando inflorescencias trifloras (Rodríguez et al., 1983) .

El fruto corresponde a una nuez indehisciente, contenidas en una cúpula de cuatro valvas resinosas, con tres frutos en su interior, que se encuentran maduros en los meses de Marzo a Abril, luego de 5 a 6 meses de producida la floración (Donoso, 1978 ; Schmidt et al., 1979) . La nuez del centro es bialada y las dos laterales son trialada, con un tamaño cercano a los 6 mm en Roble y 5 a 8 mm en Raulí, siendo éstas dispersadas por el viento (Rodríguez et al., 1983) .

La producción de semillas en Roble y Raulí presenta niveles cíclicos para el cual no existen mayores antecedentes de las causas que los ocasionan variando de un sitio a otro (Donoso, 1978 ; Schmidt et al., 1979)

En Roble hay variación en el tamaño de los frutos a lo largo de su distribución, siendo los frutos de la zona norte más grandes que los de la zona sur, y su número por kilogramo se encuentra cercano a las 100 mil semillas (Donoso, 1978 ; Schmidt et al, 1979). En Raulí la cantidad de frutos fluctúa entre 50 mil y 150 mil semillas por kilogramo (Donoso,

1978; CORMA, 1950, Forestry Comision, 1957, Donoso 1975 citados por Schmidt et al., 1979).

La fructificación de Roble y Raulí varía por factores como la edad, variación anual (ciclos de producción) e influencia del sitio, existiendo una relación directa entre un buen año de fructificación y un porcentaje más alto de semillas viables (Schmidt et al., 1979) .

9.2 Condiciones para la regeneración natural

Para lograr un buen establecimiento de la regeneración natural en bosques de Nothofagus formados por Roble y Raulí, deben cumplirse ciertos requerimientos en las distintas etapas que posee la regeneración (Forest Research, Institute, 1975 citado por Schmidt et al., 1979) que culminan con el establecimiento de los nuevos árboles .

En la primera fase de la regeneración cobran especial relevancia la cantidad de semillas producidas y el estado del suelo donde estas caen . La cantidad, por la necesidad de un buen número de semillas y la directa relación entre un buen año de fructificación en los Nothofagus y un porcentaje más alto de semillas viables, recomendándose esperar un año de alta producción, para el establecimiento de la regeneración (Donoso, 1978 ; Schmidt et al., 1979, 1983 ; FORVESA, 1987) .

Otro factor que condiciona el éxito de la regeneración en la fase de germinación es la cama de semillas, siendo determinante la exposición del suelo mineral (Bobadilla et al., 1974 ; Donoso, 1978 ; Schmidt et al., 1979, 1983 ; Garrido, 1981).

Experiencias realizadas por Burschel et al. (1976) citados por Schmidt et al. (1979) y las de Schmidt et al.(1983), muestran que la germinación en las áreas con exposición del

suelo mineral fueron 4 veces mayor que el testigo que no presentaba alteraciones del piso del bosque para el ensayo realizado por Burschel et al. (1976) y 14 veces mayor en el ensayo realizado por Schmidt et al.(1983).

También la presencia usual de regeneración a orillas de caminos (Donoso, 1993), el aumento de ésta en rodales alterados, producto de explotaciones que afectan tanto el piso del bosque como el nivel de luminosidad que llega a él (Kirklan, 1961, Barret, 1965, Franklin, 1975, Burschel et al., 1976 citados por Schmidt et al., 1979 ; Schmidt et al., 1983 ; FORVESA, 1987), unido al oportunismo de estas especies como colonizadoras de espacios abiertos (Veblen et al., 1980, 1981 ; Donoso, 1993), muestran una relación directa entre la exposición del suelo mineral y el éxito de la regeneración al mejorar las condiciones de humedad disponibles para la planta, la protección del sistema radicular a la excesiva aireación, la disponibilidad de nutrientes y una menor presión descomponedora presentada por la litera, principalmente en los meses de verano (Schmidt et al., 1979, 1983 ; FORVESA, 1987) .

Luego de la fase de germinación, la plántula se ve enfrentada a problemas bióticos y abióticos, destacando principalmente las dificultades presentadas por la disponibilidad de luz que sería la principal causa de mortalidad (Donoso, 1978), seguido por la competencia con otro tipo de vegetación más los daños provocados por la fauna silvestre donde destaca el Chucaco, ave típica de los bosques sureños, cuyo daño producto de sus hábitos alimenticios provoca el quiebre y desarraigamiento de las plántulas, el que puede llegar a ser importante (Donoso, 1978 ; Burschel et al., 1976 citados por Schmidt et al., 1979 ; FORVESA, 1987 ; Grosse, 1988a). Además del daño provocado por el ganado domestico que debe ser evitado a través de un buen control (Garrido, 1981) .

La luminosidad como factor relevante en la supervivencia de la regeneración, fue estudiado en bosques adultos de Roble y Raulí por Espinosa (1972), en los sectores de Arquihue, Niblinto, Nahuelbuta y los Chequenes . Con los resultados obtenidos en estas áreas se pudo establecer un valor limite de aproximadamente 1500 lux para las exigencias de la regeneración de Raulí y algo más para Roble . Dentro de este mismo estudio para el área de Nahuelbuta, se midió la radiación global (cal/cm²), determinando las exigencias para Roble y Raulí de un 3,8 % mientras que para Coigüe alcanza a 4,8 % (Tabla 2).

TABLA 2. EXIGENCIAS MINIMAS DE LUMINOSIDAD PARA ROBLE, RAULI Y COIGÜE.

Especie	Valores	Relativos
	Luminosidad (%)	Rad. Global (%)
Roble	2,20	3,80
Raulí	3,10	3,80
Coigüe	3,90	4,80

Fuente : Espinosa (1972).

Muller - Using (1973) citado por Schmidt et al. (1979), en un estudio de luminosidad como factor determinante en la regeneración de bosques del tipo Roble-Raulí-Coigüe, en las mismas localidades estudiadas por Espinosa (1972), determinó que los bosques de estructura multiestrata presentan los valores mas bajos de luminosidad interna y la existencia de una relación entre el área basal con el grado de luminosidad interna y de ésta con los niveles de regeneración . Para el sector de Nahuelbuta con 55 m² de área basal y una luminosidad interna del 7 %, la regeneración de los Nothofagus era abundante, determinando que los valores mínimos de luminosidad interna para la

existencia de la regeneración de Nothofagus era de un 3 % expresado en porcentaje de luminosidad externa.

El otro factor que influye en esta fase de la regeneración, es la competencia con otras especies vegetales causando un doble efecto por el espacio físico que ocupan y otro efecto secundario y aun más importante al competir e impedir el paso de la luz al piso del bosque, siendo aquellos de estructura multiestrata los que presentan los niveles mas bajos de luminosidad interna (mezcla de especies de luz y de sombra) (Schmidt et al., 1979) .

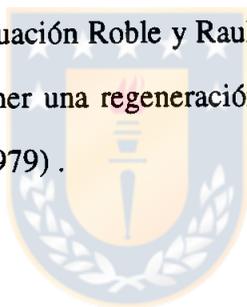
La presencia de especies de sombra en los renovales de distribución sur formando estratos bajo el dosel superior puede llegar a inhibir la regeneración de Raulf en gran medida por la existencia previa en los claros de Tapa y Chusquea, en bosques de altitudes medias (Donoso, 1993) . En los bosques de tierras bajas donde Roble es la especie dominante la regeneración puede verse dificultada por la competencia por luz ofrecida por Tapa, Coigüe, Mañío, Olivillo y Ulmo (Donoso, 1978) .

Otro competidor muy importante que se encuentra en los bosques de distribución sur es Colihue, el cual sólo debe ser considerado, de acuerdo con Rosenfeld (1972) y Donoso (1978), como un retardante de la regeneración y no como un obstáculo definitivo para su instalación, en cambio Puente et al. (1979), señalan que podría llegar a ser un obstáculo definitivo al impedir la regeneración en claros de los Nothofagus .

En la distribución norte la principal causa de mortalidad de las plantas de Roble y Raulf, después de la fase de germinación, se debe a el déficit de humedad en el período seco de verano, superando esta condición al factor de luminosidad (Donoso, 1978) .

Después de haber superado la etapa de germinación y haber sobrevivido el primer periodo vegetativo, las plantas de Roble y Raulí entran en una etapa de asentamiento . En esta fase son importantes los factores de densidad y distribución espacial, ya que aparte de asegurar cuantitativamente y espacialmente en buena forma la regeneración tiene implicancia en el crecimiento, desarrollo y estructura del futuro bosque, siendo uno de los aspectos más relevantes y decisivos en esta fase, proporcionar a la regeneración un período de protección bajo el dosel (Schmidt et al., 1979) .

Una vez que las plantas logran asentarse, la supresión del crecimiento se explica por la baja luminosidad en el interior del rodal (Muller -Using, 1973 citado por Schmidt et al., 1979), permaneciendo en esta situación Roble y Raulí, especialmente este último, por un largo período, lo que permite tener una regeneración avanzada bajo el dosel (Kirkland, 1961 citado por Schmidt et al., 1979) .



9.3 Regeneración natural como resultado de alteraciones

Bajo las condiciones típicas, las especies de Roble y Raulí, después de intervenciones destructivas, tienen una considerable capacidad de regenerarse (Rosenfeld, 1972 ; Donoso, 1978 ; Veblen et al., 1982), logrando establecerse en áreas completamente desbastadas por tala rasa o fuego, en un período de 10 a 15 años, ya sea a partir de plántulas de semillas como de reproducción vegetativa (Puente et al., 1979, 1980 ; Schmidt et al., 1979 ; Donoso, 1993), siendo común observar en sitios abiertos la presencia de Nothofagus y la ausencia absoluta de especies tolerantes (Veblen et al., 1981), debido a su dinámica oportunista, acompañado de una abundante producción de semillas de árboles vecinos al área y su capacidad de rebrotar, dando origen a un mosaico

de manchas coetáneas de tamaño variable dependiendo de la magnitud y tipo de catástrofe (Veblen et al., 1979, 1981) .

En los sectores donde Raulf se encuentra creciendo junto a Coigüe, luego de una tala rasa, éste puede verse superado como especie pionera, dada su mayor agresividad y capacidad de dispersión, poniendo en peligro la regeneración de Raulf (Rosenfeld, 1972).

Dentro de los efectos que produce una tala rasa, la excesiva reducción del área basal a través de este tipo de explotación, puede provocar una baja supervivencia de las plantas debido al efecto secante de la radiación solar y la aparición de nuevas especies invasoras (Schmidt et al., 1979) como *Chusquea* sp. en la distribución sur, el cual puede activar su desarrollo por aperturas violentas del dosel, pudiendo obstaculizar la regeneración de Raulf (FORVESA, 1987) .

Las explotaciones que dejan una alta cobertura en bosques de tierras bajas de distribución sur, Roble solo logra regenerar en claros y las especies tolerantes Laurel, Olivillo, Avellano, Lingue y Mirtaceas regeneran en abundancia (Veblen et al., 1979 ; Donoso, 1981). Similar situación puede ocurrir en bosques donde Raulf es explotado en forma selectiva, surgiendo la regeneración con dificultad en los espacios dejados por la explotación, siendo frenado su desarrollo una vez que logra acentarse por la competencia con el sotobosque y el dosel arbóreo, generando problemas de distribución y desarrollo lento que originan árboles de baja calidad para el futuro (Schmidt et al., 1983). Esta regeneración de Raulf generalmente es proporcional a la intensidad de explotación y grado de apertura del dosel, mostrando índices de agrupamiento (Schmidt et al., 1979).

En los bosques costeros septentrionales de Roble las sucesivas intervenciones del hombre podrían provocar la invasión y reemplazo de estos bosques por especies esclerófilas dadas las dificultades que presentan para regenerarse (Donoso, 1993), haciéndolo solo a partir de retoños de tocón luego de ser cortados ya que la regeneración por semillas no es exitosa (Donoso, 1978, 1981). Una situación similar ocurre con las poblaciones del norte de la Cordillera de los Andes, en los lugares dañados por intervenciones, produciéndose la invasión de especies esclerófilas y el rebrote de Roble (Donoso, 1978).

9.4 Regeneración natural y sistemas silviculturales

La estructura de los renovales de Roble y Raulí puede asimilarse a un rodal coetáneo (Garrido, 1981 ; Donoso, 1981, 1988), que al momento de regenerarse pueden ser aplicados distintos sistemas silviculturales que van desde la selección de algunos individuos, hasta la corta completa del bosque para conseguir este objetivo (Garrido, 1981) .

9.4.1 Tala rasa con regeneración natural. La esencia de este método, es obtener un número de plantas ya sea de semilla o tocón, o una combinación de ellas, a partir de los árboles talados o aquellos que se encuentran en áreas aledañas. Esto puede llevarse a cabo utilizando variantes en su aplicación, como lo son la tala rasa en grandes superficies, en fajas o bosquetes para facilitar la regeneración y una adecuada protección de las plantas (Garrido, 1981) .

En Roble y Raulí, es sabida su facilidad para regenerar a partir de tocones y semillas, favorecida esta última, por la exposición del suelo mineral que se logra con las faenas de extracción y el efecto sobre el sotobosque provocados por este tipo de intervenciones (Garrido, 1981 ; FORVESA, 1987), logrando establecerse en un período de 10 a 15 años a partir de semillas como de reproducción vegetativa (Donoso, 1993) .

Los problemas que podrían surgir para la regeneración natural al aplicar este método, es la aparición de especies competidoras que pueden activar su desarrollo por aperturas violentas del dosel como es el caso de colihue en algunas áreas del sur, el cual podría obstaculizar la regeneración (Burschel et al., 1972, Medina y Ojeda, 1972 citados por FORVESA, 1987), y la mortalidad de las plantas provocada por la sequedad y aumento de la temperatura en el suelo a medida que se avanza de la primavera al verano, lo que variará de acuerdo a la longitud y latitud donde se encuentre el rodal, alcanzando mayor relevancia en los renovales de distribución norte (Schmidt et al., 1979 ; Donoso, 1993) .

Otro efecto negativo que debe ser considerado en esta etapa debido al tamaño y desprotección en que se encuentran las plantas, es causado por el pastoreo y pisoteo del ganado, principalmente vacunos, por lo que el resguardo de el área debe realizarse hasta el establecimiento definitivo del bosque (Garrido, 1981 ; Donoso, 1993) .

9.4.2 Regeneración por árbol semillero. El objetivo de este método es obtener una regeneración principalmente a partir de semillas, debiendo considerarse para ello las

características de la semilla de la especie que se desea regenerar, además de la dirección e intensidad del viento en la época de diseminación, la topografía, la pendiente y la posición del árbol con respecto a ella (Garrido, 1981 ; Donoso, 1993) .

Como norma práctica para Roble y Raulí la distancia de dispersión de la semilla fluctúa entre una y dos veces la altura de los árboles, entre unos 30 y 60 metros en la mayoría de los casos y en ocasiones entre 50 y 100 metros (Garrido, 1981 ; Donoso, 1993), lo que debe ser combinado con una adecuada distribución y número de árboles en terreno, que asegure una buena dispersión y número de plantas en el suelo (Garrido, 1981; FORVESA, 1987) .

Rosenfeld (1972) señala que es adecuado dejar un dosel ralo y homogéneamente distribuido con alrededor de 20 ó 30 árboles con lo cual se acortaría el período de establecimiento en bosques de Raulí .

Para Muller - Using (1973) citado por FORVESA (1987), la producción de semillas viables de 10 árboles adultos por hectárea homogéneamente distribuidos, combinado con una escarificación del suelo mineral, puede asegurar el establecimiento de un nuevo rodal.

Garrido (1981), recomienda dejar a lo menos 30 árboles semilleros con características de copa amplia, seleccionados entre los más altos del dosel superior y con una vitalidad suficiente que les permita asegurar que al menos se mantengan vivos los próximos 10 a 20 años .

El método del árbol semillero, no esta exento de los problemas presentados por la tala rasa, relacionados con una fuerte apertura del dosel superior y la exposición del piso del bosque, lo que puede traducirse en la aparición de especies competidoras que pueden

obstaculizar la regeneración y el aumento de la temperatura y sequedad en el piso del bosque que puede causar la muerte de las plantas (Schmidt et al., 1979 ; Donoso, 1993) . Además de la necesidad de evitar el daño provocado por animales, principalmente vacunos, para asegurar el establecimiento del nuevo bosque (Garrido, 1981) .

9.4.3 Regeneración por cortas sucesivas. Este método, que consiste en una apertura gradual del rodal en la medida que la regeneración se establece, puede ser utilizado en los renovales del tipo forestal Roble-Raulf-Coigüe (Garrido, 1981), caracterizados por presentar regeneración hasta cierta altura que se renueva continuamente pudiendo aprovechar cualquier oportunidad de mayor disponibilidad de luz (Schmidt et al., 1979) .

De los dos Nothofagus considerados, es Raulf la especie mas favorecida por este método, debido a la mayor persistencia de la regeneración a condiciones de baja luminosidad y su conocida estrategia de regeneración por claros (Veblen et al., 1981 ; Donoso, 1993), que le permite desarrollarse bajo el dosel y mantenerse en mejores condiciones que Roble (Espinosa, 1972 ; Rosenfeld, 1972 ; Donoso, 1981, 1993), lo que queda de manifiesto al mantenerse los árboles jóvenes de Raulf de diámetros pequeños mayor tiempo en el rodal (Puente et al., 1981) .

Roble aunque más intolerante que Raulf, puede adaptarse a claros mayores que este, prefiriendo condiciones de mayor luminosidad encontrándose preferentemente regeneración fuera de los límites de los bosques o en áreas alteradas (Donoso, 1993) .

El dosel protector dejado al aplicar este método se extrae gradualmente, confiriéndole características ambientales que favorecen la supervivencia de las plantas al estar asociada

las condiciones de sombra con la mantención de una humedad suficiente en el suelo durante el verano y el grado de protección que requieren las plantas (Donoso, 1993) .

El problema principal que puede presentar este método esta dado por la presencia de especies tolerantes en el sotobosque o estratos intermedios en bosques de distribución sur, las cuales podrían aumentar su crecimiento y participación en el rodal disminuyendo la participación de las especies de Nothofagus (Garrido, 1981) .

Tal es el caso de los bosques de baja latitud donde Roble es la especie dominante; su extracción dejando una alta cobertura del dosel superior, permite que especies como Laurel, Olivillo, Lingue y Mirtaceas regeneren abundantemente (Donoso, 1981). Similar situación puede ocurrir con Raulf a mayor altura, donde las especies que pueden inhibir la regeneración por su presencia previa en el lugar son Tapa y Chusquea (Donoso, 1993).

En ensayos realizados por Vita (1974) citado por FORVESA (1987) en un bosque de Raulf de 56 años, donde se eliminaron 848 árboles, quedando 280 árboles como semilleros con un área basal de 67 metros cuadrados, al cabo de cuatro años se contabilizaron 275.000 plantas por hectárea, debido principalmente al aumento de la luz en el piso del bosque y la remoción del suelo por las actividades de extracción de los árboles .

En otra experiencia realizada por Nuñez y Peñaloza (1985), en el Fundo Jauja novena región, se obtuvo los mejores resultados de regeneración al mantener un dosel protector de 30 metros cuadrados de área basal por hectárea .

9.4.4 Regeneración natural y cortas de selección. Esta forma de explotación provoca una transformación gradual de un rodal coetáneo en uno multietáneo a través de la selección de los individuos de mayor tamaño (Garrido, 1981), conduciendo a los rodales a una estructura de estratos y una distribución espacial de bosquetes homogéneos de diferente tamaño y forma, presentando árboles de gran tamaño sobremaduros y enfermos, árboles solitarios de buen crecimiento y calidad y grupos de regeneración natural (Avilés, 1995).

La aplicación de este método en los renovales de Roble y Raulí puede traer como consecuencia una disminución de su participación, dejando paso a especies tolerantes como Laurel, Tapa, Olivillo y Lingue, que aprovechan mejor los espacios dejados por este tipo de intervenciones (Garrido, 1981), dificultando las posibilidades de un manejo posterior adecuado para este tipo de bosque .

En la IX región en el sector de Jauja, el uso selectivo de los bosques de Raulí condujo a estos rodales a una marcada estructura de estratos, permaneciendo en el área los individuos de mala forma y sin valor comercial, en tanto que en los claros generados por la explotación se establecen especies diferentes a los Nothofagus, ocupando parte del segundo estrato (Avilés, 1995) .

En bosques de Raulí de la X región, explotados en forma selectiva, la regeneración natural surge con dificultades ocupando el espacio dejado por la explotación y una vez que logra asentarse debe competir con el dosel arbóreo que frena su desarrollo, generando problemas de densidad, mala distribución y desarrollo lento de los árboles (Schmidt et al., 1983) .

Algunas modificaciones de este método podrían ser utilizadas, de tal forma de favorecer la regeneración de las especies más intolerantes, lo que implica la tala rasa de pequeñas superficies al seleccionar un grupo de árboles, lo que hace posible el ingreso de una mayor cantidad de luz al piso del bosque (Garrido, 1981) .



X REGENERACION ARTIFICIAL DE ROBLE Y RAULI

La regeneración natural presenta un gran número de factores que influyen en ella, como la repartición de las semillas en el suelo, la penetración desigual de la luz a través del dosel superior, la existencia de especies competidoras, la escasez de fuentes de semillas, la presencia de una capa de hojarasca que impide el contacto de la semilla con el suelo mineral y otras, que condicionan la calidad de las plantas y su distribución normal llevándola hacia una forma agregada, que dificultan la regeneración (Rosenfeld, 1972 ; CONAF, 1980 ; Donoso, 1993) .

Son estas condiciones, más la posibilidad de poblar sectores desprovistos de arboles, anteriormente cubiertos por estas especies y enriquecer los que han sido explotados con especies e individuos de calidad comercialmente atractivos vía plantación, que se recomienda la regeneración artificial a partir de plantas producidas en vivero, además de ser una buena alternativa para regenerar los renovales una vez explotados, consiguiendo así un establecimiento del nuevo bosque en forma más rápida y homogéneamente distribuido en el área (Chile Forestal, 1987 ; FORVESA, 1987 ; Gutiérrez, 1989).

10.1 Antecedentes sobre tratamientos germinativos

Los antecedentes de tratamientos germinativos para las especies Roble y Raulí datan de un largo periodo . Kummerow y Labarca (1961) citados por Schmidt et al.(1979), señalan que los frutos de estas especies entran en un receso, cuya superación se acelera con el tratamiento de estratificación .

Macetti (1968) citado por Ramírez (1993), determinó que para aumentar el porcentaje de germinación en Roble es aconsejable un almacenamiento en arena húmeda durante cuatro semanas.

Moreno y Ramírez (1976) citados por Ramírez (1993), señalan que Roble debe ser sometido a un tratamiento de inmersión en Tiourea al 0.5 % durante cuatro días y estratificación en arena húmeda a 4 ° C durante cuatro semanas . En cambio para Raulí se concluyó que no presentaba problemas serios de latencia interna, siendo aceptable la utilización de frutos sin pretratamiento (Moreno y Ramírez, 1976 citados por Schmidt et al., 1979) .

Rocuant (1984), probó diferentes tratamientos para algunas especies del género Nothofagus y determinó que en Raulí el almacenamiento en frío seco previo a la siembra y para Roble la inmersión en solución de giberelina, en dosis de 25 ppm durante 15 ó 30 horas, y la inmersión en solución de tiourea, en dosis de 0,5 % durante 2 ó cuatro días, daban los mejores resultados.

López et al. (1986) citados por Ramírez (1993), indican para las semillas de Raulí la inmersión en agua fría por un período de 72 a 96 horas y para Roble la inmersión durante 15 días previa estratificación en frío húmedo por cuatro a seis semanas.

Bourke (1987), señala la existencia de diferencias entre los porcentajes de germinación de distintas procedencias en Raulí, obteniendo los mejores resultados en todas ellas al simular las condiciones ambientales de los meses de septiembre y octubre con temperaturas variables, seguido de un período de temperaturas constantes de 18 ° C (Tabla 3), junto al tratamiento de inmersión en agua fría durante 72 horas (Tabla 4).

TABLA 3. PORCENTAJE DE GERMINACION, ENSAYO DE REGIMEN VARIABLE Y CONSTANTE DE TEMPERATURA PARA DISTINTAS PROCEDENCIAS DE RAULI .

Procedencia	Tratamientos			
	B1 (%)	B2 (%)	B1+B2 (%)	Promedio
Dos Viejas	0	0	1	0
Liquiñe alto	0	1	2	1
Re.-Moreno	0	0	5	2
Changil	2	12	19	11
Promedio	0	4	7	

B1 : T° variable, 6° C 14 horas al día y 18 °C 10 horas al día por 30 días .

B2 : T° constante, 18 ° C 24 horas al día durante 30 días .

B1+ B2 : T° variable por 30 días más T° constante por 30 días .

Fuente : Bourke (1987)

TABLA 4. PORCENTAJE DE GERMINACION, ENSAYO DE APLICACION DE REMOJO PARA RAULI, EN AGUA A DISTINTAS TEMPERATURAS, PROCEDENCIAS DE MELIPEUCO Y RALCO-COLLUCO .

Procedencia	Temperatura constante		Temperatura variable	
	Agua fría	Agua caliente	Agua fría	Agua caliente
Melipeuco	31,00%	0,0%	11%	5%
Ralco-Colluco	11,50%	0,0%	2%	0%

Fuente : Bourke (1987).

Según Rodríguez (1990) citado por Ramírez (1993), las semillas de Roble y Raulí poseen latencia y su ruptura se logra con estratificación en arena húmeda durante 30 a 90 días a 4 ° C previo remojo durante 48 horas para trabajar sólo con semillas viables .

Donoso et al. (1993), indican para Roble y Raulí, que las semillas deben someterse a prueba de flotación durante 24 horas para separar las viables de las vanas, y luego a una estratificación fría durante 45 días a 4 ° C más menos 1 ° C .

Calderón-Valtierra et al. (1995), presentan un método sencillo para reducir el período de germinación en Raulí, manteniendo la semilla durante 10 días en agua destilada estéril con recambios diarios del agua, en un agitador orbital a 100 rpm y 22 ° C de temperatura ambiental, lo que permite la remoción de compuestos fenólicos que poseen un rol inhibitor en el retardo y lentitud del proceso germinativo . Esto permite que el proceso de germinación se inicie entre los 3 y 6 días completándose a los 10 días de tratamiento (Tabla 5) .

TABLA 5. PORCENTAJE DE GERMINACION DE SEMILLAS DE RAULI Y CONCENTRACION DE FENOLES EXTRAIBLES PARA 10 DIAS DE AGITACION CON AGUA DESTILADA ESTERIL .

Tiempo (días)	Germinación (%)	Fenoles (mg/l)
1	0	0,8822
2	0	0,7814
3	2	0,6929
4	3	0,4799
5	6	0,3693
6	8	0,3199
7	18	0,2920
8	45	0,1930
9	80	0,0690
10	98	0,0500

Fuente : Calderón-Valtierra et al. (1995)

10.2 Temperatura del suelo y germinación de roble y raulí

La temperatura del suelo es un factor determinante en el proceso de germinación y el de mayor importancia para determinar la época de siembra (Huber, 1968 citado por Ramírez, 1993), afectando directamente el ritmo de las actividades funcionales en cada

una de las semillas (Huber, 1968 citado por Ramírez, 1993); su efecto en Roble y Raulí fue analizado por Ramírez (1993) .

Al término del ensayo del efecto de la temperatura en la germinación de Roble y Raulí, llevado a cabo en condiciones de laboratorio, se determinó que el rango de temperatura para que se lleve a cabo la germinación de Raulí es de 15 a 30° C, inhibiéndose el proceso a 10 y 35° C . Para Roble este rango de temperatura es mayor germinando entre los 15 a 35° C inhibiéndose a los 10° C (Ramírez, 1993) (Tabla 6).

Al utilizar temperaturas constantes durante el proceso de germinación, entre 10 y 35° C se determinó para Raulí que los valores más altos de capacidad germinativa ocurren entre 18 y 25° C y en Roble entre los 18 y 30° C (Tabla 6). Bajo un régimen de temperaturas oscilantes en Raulí el proceso germinativo no se altera cuando las temperaturas fluctúan en rangos de 18 - 28, 20 - 30, 22 - 32 °C, a diferencia de lo mostrado por Roble donde la mayor capacidad germinativa se logró en el rango de 18 - 28 ° C (Tabla 7).

TABLA 6. CAPACIDAD GERMINATIVA DE ROBLE Y RAULI PARA TEMPERATURAS CONSTANTES.

Temperatura °C	Roble (%)	Raulí (%)
10	0,0	0,0
15	28,0	55,0
18	75,0	78,5
20	76,5	83,0
25	71,5	80,5
30	70,0	61,5
35	6,0	0,0

Fuente : Ramírez (1993).

TABLA 7. CAPACIDAD GERMINATIVA DE ROBLE Y RAULI PARA TEMPERATURAS OSCILANTES.

Rango Tª °C	Roble (%)	Raulí (%)
18-28	79,0	90,5
20-30	85,5	80,0
22-32	78,5	74,5

Fuente : Ramírez (1993).

El conocimiento de las temperaturas de germinación de Roble y Raulí tiene una importancia practica al permitir al viverista determinar el momento de la siembra, para evitar situaciones donde la temperatura en vivero supere los valores óptimos, llegando en algunos casos hasta los 60° C en el nivel superficial del suelo (Cáceres, 1984 citado por Bourke, 1987), o como en los viveros de Molco (Cordillera de los Andes) y Quelén-Quelén (Cordillera de la Costa) donde se han detectado temperaturas próximas a 50° C a nivel del suelo y hasta 35° C a 2 cm de profundidad, pudiendo provocar un efecto negativo sobre la semillas, inhibiendo su germinación (Bourke, 1987).

10.3 Antecedente sobre viverización

10.3.1 Epoca de siembra. La semilla durante el proceso germinativo, puede estar afectada por temperaturas del suelo que bajan su viabilidad, por lo que el viverista debe conocer el rango de temperaturas en las cuales germina la especie y en qué época del año esa misma temperatura se registra en los dos primeros centímetros del suelo (FORVESA, 1987 ; Ramírez, 1993), de tal forma que mientras más cercano al valor óptimo de la

especie sembrada, más alta será la tasa de germinación y mayor la rapidez del proceso (Escobar, 1990 citado por Ramírez, 1993) .

Rodríguez (1969) citado por Schmidt et al. (1979), recomienda sembrar Raulf en la primera quincena de octubre, dependiendo de el riego y la colocación de esteras por 2 a 3 meses en los viveros expuestos a insolación .

De acuerdo con Nimmo (1971) citados por Schmidt et al. (1979), la siembra tanto de Roble como Raulf, debe realizarse a comienzos de primavera .

Moreno y Ramírez (1976) citados por Schmidt et al. (1979), en un ensayo de época de siembra realizado en la localidad de Chillán entre el 10 de Octubre y el 10 de Noviembre, obtuvieron la mayor germinación y menor porcentaje de mortalidad al término del período vegetativo con la siembra temprana. El diámetro a la altura del cuello fue significativamente mayor en las plantas con siembra temprana respecto a las de siembra tardía y su peso seco total fue de 1,25 g por planta, superior a los 0,47 g para las plantas con siembra tardía . Los resultados obtenidos en densidad, diámetro de cuello, altura y peso seco total, no fueron satisfactorios con siembras hechas en Noviembre.

FORVESA (1987), indica que la siembra debe realizarse cuando las temperaturas medias durante la noche bordeen los 6 ° C, pudiendo regular las temperaturas en vivero manteniendo la semilla a una profundidad determinada y aplicando sombreaderos.

Grosse et al. (1992), analizan el efecto de la época de siembra en plantas de Raulf producidas por FORVESA, después de tres años de establecidas en el sector Tremohue (Jauja). Las siembras se efectuaron el 22 de Octubre y 22 de Noviembre de 1987, estableciéndose la plantación luego que las plantas permanecieran dos años en vivero. A

los tres años de edad la plantación no presentó diferencias en supervivencia entre las dos épocas de siembra al igual que en crecimiento diamétrico. En cambio la altura de las plantas con siembra tardía fue mayor que en las plantas con siembra temprana (Tabla 8). Esto puede indicar que el efecto de la época de siembra se pierde al permanecer las plantas durante dos temporadas en vivero y su desarrollo se diferencia por las condiciones en terreno.

TABLA 8. SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIAMETRO PARA PLANTACIONES DE RAULI (2:0), SEGUN EPOCA DE SIEMBRA, SECTOR TREMOHUE LUEGO DE TRES AÑOS DE CRECIMIENTO.

Epoca de siembra	Supervivencia (%)	Altura (cm)	Diámetro de cuello (cm)
22/10/87	28	126	1,7
22/12/87	28	143	1,8

Fuente : Grosse et al. (1992).

Para determinar la época de siembra, es también útil considerar la germinación en los rodales naturales que se encuentren en las áreas mas cercanas, que en general para Roble y Raulí se produce entre los meses de Septiembre y Noviembre (FORVESA, 1987).

10.3.2 Luminosidad en Vivero. Para la regeneración natural, la luminosidad es un factor relevante en la supervivencia y desarrollo de las plantas al igual que en la producción artificial, como lo determinaron Aguilera y Fehlandt (1981) citados por Grosse (1988a), al estudiar el efecto de tres gradientes de sombra, plena luz (100 % de luminosidad), semisombra (40 % de luminosidad), y sombra total (2 % de luminosidad), en la producción de plantas de Roble y Raulí. Los mejores resultados fueron obtenidos durante uno y dos períodos vegetacionales bajo semisombra para las dos especies y los

crecimientos más lentos en condiciones de sombra total (2 % de luminosidad), siendo la tendencia general de estas especies a bajar su desarrollo al sobrepasar o bajar cierto límite o porcentaje de luminosidad (Tabla 9).

TABLA 9. RESULTADOS EXPRESADOS EN PESO SECO TOTAL, DIAMETRO DE CUELLO Y LONGITUD DE TALLO PARA ROBLE Y RAULI DESPUES DE UNO Y DOS PERIODOS VEGETACIONALES EN FUNCION DE LA LUMINOSIDAD EN VIVERO.

Especie	Luminosidad en vivero (%)	Peso seco total				Diám. cuello		Long. tallo	
		Primer año		Segundo año		Segundo año		Segundo año	
		(g)	(%)	(g)	(%)	(mm)	(%)	(cm)	(%)
Roble	100	0,31	100	22,29	100	8,0	100	72,2	100
	40	0,43	139	20,10	90	8,1	101	94,1	130
	2	0,02	5	0,07	0,3	0,9	11	7,6	11
Raulf	100	0,60	100	15,05	100	7,5	100	40,6	100
	40	2,35	391	30,97	206	9,7	129	75,6	186
	2	0,09	15	0,51	4	2,1	28	14,2	35

Fuente : Aguilera y Fehlandt (1981), citados por Grosse (1988a).

En una experiencia similar llevada a cabo por FORVESA (1987), en producción de plantas de Roble y Raulf en el vivero Quelén-Quelén, provincia de Arauco, donde se instalaron cuatro sombreaderos con 100 %, 60 %, 43 % y 37 % de luminosidad, los mejores resultados en crecimiento fueron obtenidos con un 60 % de luminosidad, logrando las plantas bajo esta condición mayor altura, diámetro de cuello, peso seco y área foliar, superando los resultados obtenidos con luminosidad cercana al 40 %, donde se había obtenido el mejor desarrollo de las plantas en el ensayo citado por Grosse (1988a).

10.3.3 Densidad de siembra. El espaciamiento en vivero influye directamente en el diámetro de la planta y la disponibilidad de nutrientes, afectando significativamente el

peso seco de la raíz y tallo, causando un efecto tan importante como la elección adecuada de la época de siembra (Schmidt et al., 1979) .

Rodríguez (1969) citado por Schmidt et al. (1979), señala que la densidad final a obtener en Raulí es de 500 plantas por metro cuadrado .

FORVESA (1987), en la experiencia realizada en el vivero Quelén-Quelén, provincia de Arauco, además de controlar la luminosidad, empleó distintos espaciamientos con 300 cm², 210 cm², 105 cm² y 60 cm² por planta . Los mejores resultados en diámetro, peso seco total y área foliar fueron obtenidos con espaciamientos de 300 cm² por planta y la mayor altura se obtuvo con espaciamientos de 105 cm² por planta . De acuerdo a estos resultados FORVESA recomienda utilizar espaciamientos en vivero de 300 cm².

10.3.4 Permanencia en vivero. El tiempo o período de permanencia en vivero es otra variable de gran importancia para conseguir una planta con las características deseadas, señalando algunos autores que es conveniente utilizar plantas grandes que tengan mayor ventaja en sobrepasar rápidamente la competencia de las especies invasoras (Schmidt et al., 1979) .

Bernath (1940) citado por Schmidt et al. (1979), recomienda para Roble y Raulí un período de la planta en vivero de dos temporadas, lo que de acuerdo con Forestry Commission (1957) y Nimmo (1971), ambos citados por Schmidt et al. (1979), debe ser 1:1, para obtener los mejores resultados .

Rodríguez (1969) citado por Schmidt et al. (1979), señala que sólo basta una temporada de vivero para obtener plantas de Roble con alturas de 15 a 20 centímetros, adecuadas para plantación .

Según Moreno y Ramírez (1976) citados por Schmidt et al. (1979), Roble y Raulí deben sembrarse, en el área de Chillán en la primera quincena de septiembre, para obtener plantas adecuadas para plantación en una sola temporada en vivero .

Para BOMASA, el sistema de producción de plantas se inicia en Agosto con los tratamientos pregerminativos y termina en los meses de Otoño de el año siguiente, cuando las plantas ya han alcanzado los requisitos deseados, estando en condiciones de ser plantadas (Lagos, 1994).

En experiencias de producción de plantas en el vivero Quelén-Quelén ubicado en la provincia de Arauco, después de una temporada fue posible obtener plantas de Roble con una altura de 57,9 cm y diámetro de cuello de 6,1 mm (FORVESA, 1987), lo que muestra la factibilidad de obtener plantas con una altura y diámetros considerables en un sólo período vegetativo .

Aguilera y Fehland (1981) citados por Grosse (1988a), obtienen plantas de Roble y Raulí con permanencia de dos temporadas en vivero con alturas de 76 y 95 cm y diámetros de 9,7 y 5,4 mm, respectivamente .

En el Centro de Semillas de Chillán, plantas de Raulí luego de dos temporadas en vivero (1:1), al momento de ser extraídas tenían en promedio 99 cm de altura y 9,4 mm de diámetro; plantas de Roble producidas en el Centro Experimental Escuadrón (Forestal

Mininco S.A.), luego de dos temporadas en vivero (1:1) alcanzaron una altura de 88 cm y 8 mm de diámetro de cuello (Grosse, 1988a).

Al cabo de dos temporadas en vivero se pueden obtener plantas con una altura cercana a 1 metro, lo que en muchos sectores puede facilitar el desarrollo de la plantación al sobrepasar rápidamente la competencia con otras especies y la conveniencia de su uso o el de aquellas obtenidas en una temporada en vivero, dependerá de las condiciones del sitio donde serán establecidas.

10.3.5 Manejo radicular. Roble y Raulf presentan un desequilibrio en el desarrollo de las raíces en vivero, siendo tres a cuatro veces más largas que el tallo, por lo que es necesario un manejo radicular (Moreno y Ramírez, 1976 citados por Schmidt et al., 1979).

En Raulf el manejo radicular provoca una reducción en el crecimiento en altura de las plantas respecto a aquellas no sometidas a manejo. Además las plantas sometidas a un acondicionamiento tardío, logran valores significativamente superiores en todos los parámetros morfológicos respecto a las plantas tratadas tempranamente, excepto en el peso seco de raíces finas. Pero en general las plantas sometidas a algún esquema de manejo radicular alcanzan valores significativamente menores en todos los parámetros morfológicos, respecto a las plantas sin manejo radicular. Sin embargo las plantas sometidas a manejo radicular logran relaciones morfológicas más balanceadas (González, 1994).

Grosse et al. (1992), analizan el efecto de diferentes tratamientos de poda de raíces en vivero, en el crecimiento de una plantación de Raulí de tres años. Las plantas fueron sometidas a tratamiento de poda lateral y tres tratamientos de poda horizontal ; poda al inicio del período vegetacional ; dos podas durante el período ; una poda al final del período .

La supervivencia de las plantas no registra diferencias entre ninguno de los tratamientos y tampoco el crecimiento de diámetro y altura, aunque las plantas sometidas a una poda al inicio del período y las plantas sin tratamiento de poda lateral, presentan un desarrollo en altura levemente superior a los demás tratamientos (Tabla 10).

TABLA 10. SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIAMETRO EN UNA PLANTACION DE RAULI LUEGO DE TRES AÑOS SEGUN TRATAMIENTO DE PODA DE RAICES, SECTOR TREMOHUE, JAUJA.

Tratamiento	Nivel por tratamiento	Superv. (%)	Altura (cm)	Diám. (cm)
Poda lateral	Con	28	126	1,7
	Sin	28	142	1,8
Poda horizontal	1 al inicio	28	140	1,8
	2 podas	28	132	1,8
	1 final período	27	130	1,7

Fuente : Grosse et al. (1992).

XI ANTECEDENTES DE PLANTACIONES DE ROBLE Y RAULI

Plantaciones de Roble y Raulí se han establecido en el área sur de distribución de estas especies, utilizando las alternativas de plantación con material proveniente de viveros y plantas extraídas directamente del bosque y llevadas al sitio de plantación .

A través de el material de vivero se ha establecido Roble y Raulí bajo diferentes condiciones de cobertura en terreno. Grosse (1988b) y Grosse et al. (1992), analizan el efecto de diferentes niveles de área basal en plantaciones de Raulí y Roble en la precordillera Andina de la novena región y cordillera de la Costa de la octava región. Los resultados muestran a Roble con una mejor adaptación a condiciones de luz plena respecto a Raulí, el cual supera a Roble en condiciones de semisombra .

Después de 5 años los mejores crecimientos en diámetro y altura en Roble y Raulí se obtienen con el menor nivel de cobertura, registrándose además la mayor supervivencia de Roble bajo esta condición (Tabla 11 y 12). En cambio Raulí obtiene el menor porcentaje de supervivencia a plena luz (Tabla 11), siendo necesaria la presencia de un dosel protector para obtener niveles de supervivencia adecuados.

El crecimiento de Roble y Raulí es superior en los dos sectores bajo la menor cobertura, siendo necesario para Raulí producir plantas mejor adaptadas a condiciones de pleno sol o mantener un dosel protector.

TABLA 11. SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIAMETRO PARA ROBLE Y RAULI EN FUNCION DE LA COBERTURA, A LOS 5 AÑOS. SECTOR SANTA LUISA, JAUJA .

Nivel de cobertura (m ² /ha)	Roble			Raulí		
	Superv. (%)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Superv. (%)	Altura (cm)	Diámetro (cm)
0,00	95	339	4,0	20	206	2,6
13,30	98	199	1,9	77	163	1,8
28,20	90	112	1,0	84	130	1,3
37,50	79	123	1,0	82	196	1,2

Fuente : Grosse et al. (1992).

TABLA 12. SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIAMETRO PARA RAULI Y ROBLE EN FUNCION DE LA COBERTURA, A LOS 5 AÑOS. SECTOR MAQUEHUA PROVINCIA DE ARAUCO.

Nivel de cobertura (m ² /ha)	Roble			Raulí		
	Superv. (%)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Superv. (%)	Altura (cm)	Diámetro (cm)
20,80	62	86	0,9	41	86	1,1
29,80	65	43	0,6	73	68	0,9
40,40	66	55	0,6	45	39	0,6
48,50	44	47	0,7	34	44	0,8

Fuente : Grosse et al. (1992).

Grosse et al. (1992), analizan el efecto de distintos niveles de luminosidad en la producción de plantas en vivero en el crecimiento de una plantación de Roble de tres años. Después de tres años, el mejor comportamiento en terreno lo tienen las plantas producidas bajo plena luz, alcanzando la mayor supervivencia y crecimiento en diámetro

y altura, disminuyendo a medida que la disponibilidad de luz en el vivero fue menor (Tabla 13).

TABLA 13. SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIAMETRO DE ROBLE, SEGUN LUMINOSIDAD EN VIVERO EN UNA PLANTACION DE TRES AÑOS, SECTOR TREMOHUE, JAUJA .

Luminosidad en vivero (%)	Superv. (%)	Altura (cm)	Diámetro de cuello (cm)
37	25	277	3,1
43	49	290	3,5
67	49	301	3,5
100	59	301	3,6

Fuente : Grosse et al. (1992).

Además de las posibles técnicas aplicables en vivero, existe la posibilidad de utilizar plantas mejor adaptadas a las condiciones específicas de una zona. Grosse y Quiroz (1994) y Grosse y Pincheira (1996), analizan el desarrollo de plantaciones de acuerdo a distintas áreas de procedencia de semillas de Raulf, con el objetivo de determinar las diferencias en adaptación y crecimiento de las distintas procedencias en la precordillera Andina de la novena región y cordillera de la Costa de la octava región .

Luego de tres períodos vegetacionales, en general ninguna de las procedencias presentó diferencias significativas en la supervivencia en los dos sectores, con excepción de la procedencia de Vega Blanca en el predio Antiquina. Sí se produjeron diferencias significativas en crecimiento en diámetro y altura, superando las procedencias de Curicó, Atacalco y Antuco a las demás procedencias (Tabla 14), mostrando una mejor adaptación inicial a las condiciones propias del sitio.

TABLA 14. SUPERVIVENCIA, DIAMETRO DE CUELLO Y ALTURA DE DIFERENTES PROCEDENCIAS DE RAULI EN LOS PREDIOS LAS ACACIAS (MULCHEN) Y ANTIQUINA, LUEGO DE TRES PERIODOS VEGETACIONALES.

Procedencia	Predio Las Acacias			Predio Antiquina		
	Superv. (%)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Superv. (%)	Diámetro (cm)	Altura (cm)
Curicó	83,00	4,20	230,90	85,70	5,20	312,50
Agua fría	81,00	4,00	223,40	80,30	3,60	241,60
El Durazno	77,60	4,20	219,60	85,70	4,20	238,60
Atacalco	77,60	4,60	256,60	78,90	5,10	291,10
Antuco	81,00	4,60	268,00	60,50	3,40	203,50
Los Guindos	70,70	3,80	193,00	85,00	5,10	307,20
Neltume	65,30	3,40	196,00	81,00	3,10	191,60
Chacay	78,90	3,90	223,00	85,70	4,40	284,00
Vega Blanca				48,30	3,90	223,80

Fuente : Grosse y Pincheira (1996).

La utilización de plantas provenientes de regeneración natural extraídas directamente del bosque y llevadas al sitio de plantación, fue empleada principalmente en el área precordillerana de Valdivia en Roble y Raulí. Donoso et al. (1993a), analizan las plantaciones de Roble y Raulí, llevadas a cabo con regeneración natural en la precordillera Andina de Valdivia y Cautín. Las plantaciones con una edad promedio de 15 años, presentan un crecimiento medio anual condicionado por la densidad del rodal, alcanzando un crecimiento diamétrico medio en los rodales menos densos superior a un centímetro y en los rodales más densos cercano a 0,8 cm. Los crecimientos en altura de estas plantaciones en el caso de los rodales menos densos superan los 12 m a los 15 años de edad y en la más densa es cercano a los 11 m (Tabla 15).

TABLA 15. RESUMEN DEL CRECIMIENTO EN PLANTACIONES REALIZADAS CON MATERIAL REGENERADO EN FORMA NATURAL, DE ACUERDO A SU DENSIDAD PROMEDIO, PRECORDILLERA DE VALDIVIA Y CAUTÍN.

Densidad rodal	Edad (años)	Densid. (arb/ha)	Dap (cm)	Crecimiento medio Dap	A. basal (m ² /ha)	Altura (m)	Vol. (m ³ /ha)
Normal	15	1044	15,62	1,01	20,59	12,56	137,94
Sobredenso	15	2463	11,72	0,83	27,35	11,06	161,58

Fuente : Donoso et al. (1993a).

En el sector de Villarrica y más específicamente en los faldeos del volcán Villarrica, Espinosa et al. (1977, 1987, 1988), evalúan el comportamiento y desarrollo de una plantación de Raulf establecida el año 1952 a través de plantas de regeneración natural provenientes de un bosque colindante.

Con 34 años de edad al momento de la última evaluación (1986), la plantación de Raulf con una densidad de 693 arb/ha, presentaba un diámetro cuadrático medio de 20 cm, una ocupación del sitio de 21,9 m²/ha y un volumen de madera en pie de 171,7 m³/ha, con incrementos volumétricos que superan los 12 m³/ha/año en los últimos 10 años de crecimiento de la plantación.

El desarrollo de las plantaciones analizadas por Donoso et al. (1993a) y Espinosa et al. (1977, 1987, 1988), muestran la factibilidad de llevar a cabo el establecimiento de plantaciones de Roble y Raulf con material de regeneración natural proveniente de rodales vecinos, obteniéndose crecimientos apreciables en diámetro, área basal y volumen de los rodales.

XII MANEJO DE RENOVALES

Los renovales o bosques de segundo crecimiento de Roble y Raulí, de acuerdo a su dinámica natural forman rodales coetáneos encontrándose actualmente, debido a la falta de manejo silvícola, con un excesivo número de individuos, siendo necesaria la aplicación de raleos como la principal herramienta silvícola para mejorar las características del rodal y aumentar el valor económico de los árboles.

La respuesta al raleo de los renovales dependerá de las características propias del rodal al momento de ser intervenidos y de las intensidades de manejo aplicadas (Grosse, 1989b ; Grosse y Cubillos, 1991), fundamentados en su estado de desarrollo, competencia y presencia de otras especies (Tabla 16).

En general los renovales han sido raleados bajo tres criterios; extrayendo un porcentaje fijo de área basal por hectárea; dejando niveles fijos de área basal y aplicando raleos selectivos con diferentes intensidades.

Los renovales intervenidos bajo el criterio de extracción de un porcentaje fijo de área basal por hectárea en Vegas Blancas (Cordillera de Nahuelbuta) (Rocuant, 1969) y Jauja (FORVESA, 1985 ; Gallardo, 1986), en rodales con edad entre 30 y 39 años, responden positivamente al raleo al extraer entre un 32 y 43 % de área basal. En Jauja la remoción del 34 % del área basal, en un rodal con una ocupación media del sitio de 47,8 m²/ha al momento de ser intervenido, permitió incrementos volumétricos mayores a 11 m³/ha al año (Tabla 16).

TABLA 16. ANTECEDENTES DEL MANEJO DE RENOVALES DE ROBLE Y RAULI.

Criterio de manejo	Fuente	Localidad	Intervalo medición (años)	Edad al raleo (años)	AB al raleo (m ² /ha)	Tratamiento	Incre. periódico medio anual		
							Dap (cm)	A. basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)
% AB extraída	Rocuant (1969)	Vegas Blancas	10	30-35	35,3	testigo	0,28	0,64	
						32%	0,28	0,95	
						43%	0,38	1,18	
	Gallardo (1986)*	Jauja	8	39	47,8	testigo	0,31	0,77	6,9342
						34%	0,38	1,14	11,0195
Nivel AB/ha	Nuñez y Peñaloza (1985)	Jauja	2	39	48,0	testigo	0,00	0,00	11,00
						40 m ²	0,20	0,70	19,00
						30 m ²	0,30	0,60	11,00
						20 m ²	0,30	0,40	7,50
						10 m ²	0,50	0,40	7,50
		Casas Viejas	2	25	29,5	testigo	0,00	1,05	12,65
						20 m ²	0,40	0,98	9,46
						10 m ²	1,10	0,92	5,89
		Pirihueico	2	37	32,8	testigo	0,60	1,77	16,48
						30 m ²	0,60	1,40	11,14
						20 m ²	0,80	1,34	9,74
						10 m ²	0,90	0,72	5,34
Raleo selectivo	Grosse (1987)	Jauja	15	47	47,0	testigo	0,30	0,40	5,30
						suave	1,00	0,30	11,30
						moderado	0,60	0,20	7,60
						fuerte	0,90	0,40	10,80
		Melipeuco	16	28	39,0	testigo	0,32	0,73	12,40
						suave	0,39	1,29	11,90
						moderado	0,39	1,39	11,80
						fuerte	0,46	1,29	11,90
		Llancacura	16	28	28,0	testigo	0,52	1,88	16,00
						suave	0,77	0,93	0,31
						moderado	0,68	0,78	11,00
						fuerte	0,36	0,91	6,70

* FORVESA (1985).

Al aplicar el raleo dejando niveles fijos de área basal residual en Jauja (Nuñez y Peñaloza, 1985), en un renoval con edad promedio de 39 años y ocupación media del sitio de 48 m²/ha al momento de ser intervenido, los mejores resultados se obtuvieron con aperturas suaves del rodal, dejando niveles altos de área basal (40 y 30 m²/ha). El crecimiento

crecimiento volumétrico en los sectores donde se dejó un área basal inferior a $30\text{m}^2/\text{ha}$ fue menor que el crecimiento registrado en el área testigo.

Al aplicar el criterio de raleo con niveles fijos de área basal residual en renovales de Roble-Raulf en Casas Viejas (Nuñez y Peñaloza, 1985), en un rodal con edad promedio de 25 años y una ocupación media del sitio de $29,5\text{ m}^2/\text{ha}$ y en Pirihueico (Nuñez y Peñaloza, 1985), donde el rodal tenía al ser intervenido una edad promedio de 37 años y ocupación media del sitio de $32,8\text{ m}^2/\text{ha}$, las áreas no intervenidas tienen crecimientos en área basal y volumen superiores a los sectores raleados, lo que posiblemente se deba a que aun el renoval no está próximo a la ocupación completa del sitio, lo que permite el mayor crecimiento presentado en las áreas testigo, a diferencia de lo ocurrido en Jauja donde la edad y ocupación del sitio del renoval eran mayores, respondiendo positivamente a aperturas suaves de rodal bajo la aplicación de este criterio de raleo. Sin embargo los crecimientos en diámetro de los árboles en las áreas raleadas en Casas Viejas y Pirihueico, son superiores al testigo.

La aplicación del criterio de raleo selectivo con distintas intensidades en un renoval de Roble y Raulf en Jauja (Grosse, 1987b), con edad media de 47 años y ocupación media del sitio de 47 metros de área basal por hectárea, tiene respuestas positivas al manejo, obteniendo los mayores resultados en crecimiento con intensidades suaves. Este mismo criterio aplicado en renovales presentes en Melipeuco (Grosse, 1987b), con edad y ocupación media del sitio de 28 años y 39 metros cuadrados de área basal por hectárea respectivamente y Llanacura donde el renoval tenía una edad de 28 años y ocupación media del sitio de 28 metros cuadrados por hectárea, tiene respuestas diferentes al

renoval de Jauja, debido a la juventud y ocupación del sitio en estos renovales, observándose en el área de Melipeuco un crecimiento volumétrico mayor en el área no intervenida y en Llanacura el crecimiento fue superior en el área testigo, sin embargo el crecimiento diamétrico fue superior en las áreas raleadas respecto al testigo.

Los diferentes criterios de manejo aplicados en renovales de Roble y Raulí, obtienen los mejores resultados con intervenciones moderadas, con aperturas suaves del rodal, logrando respuestas positivas en renovales de mayor edad al dejar niveles de área basal no inferiores a 30 m²/ha.

Los renovales de Roble y Raulí, al presentar una condición inicial de crecimiento distinta, como es el caso de renovales desarrollados en diferentes situaciones de cobertura, la respuesta al manejo también es condicionada por este factor. Donoso et al. (1993a), analizan en el sector de Panguipulli, renovales raleados que se establecieron a campo abierto y bajo el dosel de árboles remanentes de la generación anterior.

Con edades promedio de los rodales sobre los 20 años al momento de ser intervenidos, los renovales creciendo a campo abierto, responden al raleo manteniendo sus tasas de crecimiento en diámetro de los últimos años al aumentar el espacio disponible. En cambio los renovales desarrollados bajo dosel, logran incrementar sus tasas de crecimiento con el mayor espacio y disponibilidad de luz dejado por el raleo al remover el dosel superior, lo que se ve incrementado con la aplicación de un segundo raleo, logrando crecimientos en promedio en diámetro superiores a un centímetro, efecto que no se logra en los renovales a campo abierto donde el segundo raleo al igual que el primero, sólo logra mantener las tasas de crecimiento de años anteriores (Tabla 17).

TABLA 17. COMPARACION DE CRECIMIENTO DIAMETRAL ENTRE RENOVALES DESARROLLADOS A CAMPO ABIERTO Y BAJO DOSEL.

Condición crecimiento inicial	Crecimiento anual periódico (cm)		
	1 º raleo		2º raleo
	5 años antes	5 años después	5 años después
Bajo dosel	0,70	0,77	1,06
Campo abierto	0,88	0,87	0,86

Fuente : Donoso et al. (1993a).

Los antecedentes de trabajos realizados en el manejo de renovales, complementado con estudios como el realizado por Donoso et al. (1993b), donde se delimitaron zonas de crecimiento para renovales de Roble y Raulí entre la séptima y décima regiones (Figuras 5 y 6), área en que se encuentra la mayor concentración de renovales de estas dos especies, basado en el incremento en altura acumulado y la productividad a los 20 años (Tabla 18 y 19), permite generar zonas de desarrollo similares entre renovales, pudiendo homogeneizar algunos criterios de manejo en estas áreas.

TABLA 18. PRODUCTIVIDAD DE ZONAS DE CRECIMIENTO Y PARAMETROS DE CRECIMIENTO A LOS 20 AÑOS PARA ROBLE .

Zona	Edad promedio	Prod. media m³/ha/año	Edad de mayor prod.	Prod. media últimos 5 años (m³ ssc/ha)	Prod.poten. media últimos 5 años(m³ssc)	Crecimiento acumulado a 20 años		
						Vol.medio 15-24 años m³ssc	Dap sc. acumulado	Altura (m) acumulada
1	28	8,37	24	12,52	17,33	12,56	17,45	15,87
2	39	7,45	29	11,28	13,34	9,80	13,26	12,92
3	45	6,43	37	9,63	10,32	7,01	11,20	10,56
4	39	3,23	33	6,08	7,20	3,08	13,49	8,16

Fuente : Donoso et al. (1993b).

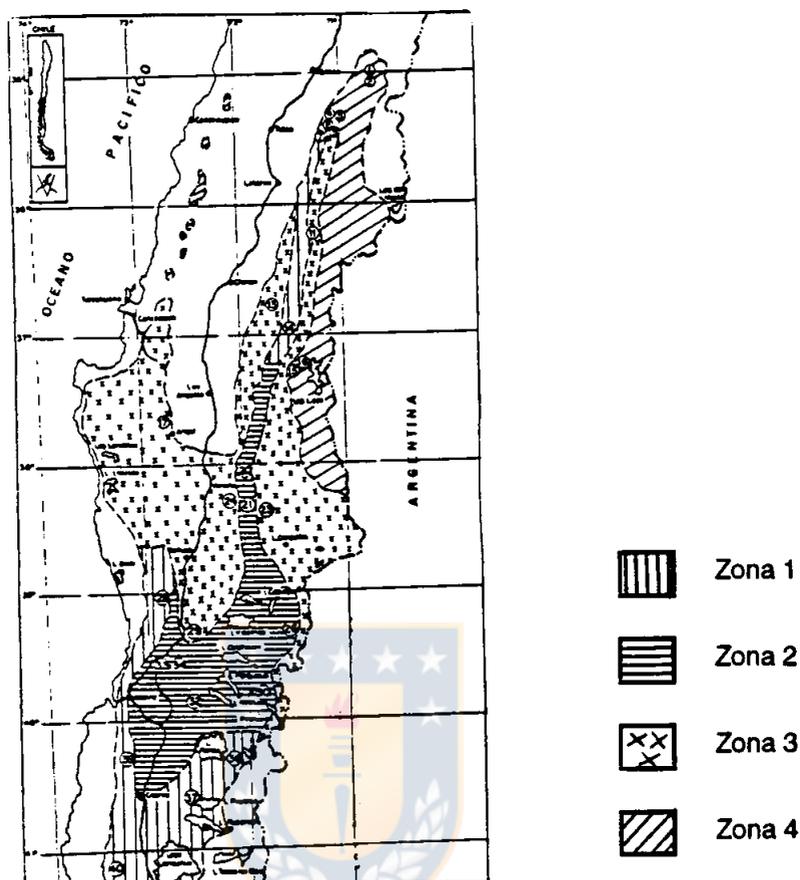


Figura 5 : Ubicación geográfica de las zonas de crecimiento de *Nothofagus obliqua*.
Fuente : Donoso et al. (1993b).

TABLA 19. PRODUCTIVIDAD ZONAS DE CRECIMIENTO Y PARAMETROS DE CRECIMIENTO A LOS 20 AÑOS DE EDAD PARA RAULI.

Zona	Edad Promedio	Prod. media m ³ /ha/año	Edad mayor produ.	Prod. media ultimos 5 años (m ³ ssc/ha)	Prod. media potencial últimos 5 años (m ³ ssc)	Crecimiento acumulado a 20 años		
						Vol.medio 15-24años m ³ ssc	Dap sc. acumulado	Altura (m) acumulada
1	38	7,50	32	10,92	16,41	10,44	16,39	13,92
2	36	7,59	36	12,14	12,14	9,95	12,56	12,51
3	49	7,49	44	12,17	12,17	7,22	11,20	9,11
4	54	4,69	40	6,95	6,95	4,11	9,00	8,81

Fuente : Donoso et al. (1993b).

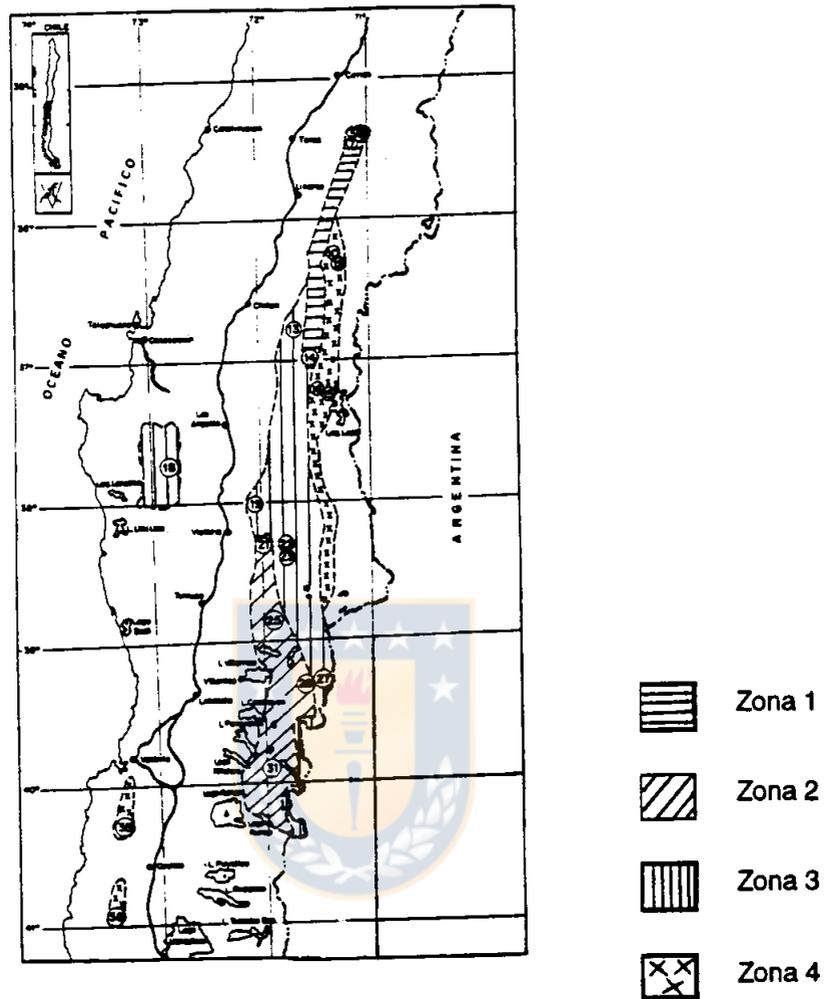


Figura 6 : Ubicación geográfica zonas de crecimiento de *Nothofagus alpina* .

Fuente : Donoso et al. (1993b).

XIII PROBLEMAS SANITARIOS DE ROBLE Y RAULÍ

13.1 Insectos asociados a Roble y Raulí

Existe un importante número de insectos que alteran las estructuras vegetativas y reproductoras de los árboles de Roble y Raulí, utilizando de alimento sus diferentes componentes (Tabla 20). Se identifican como insectos defoliadores, succionadores, agallíferos, comedores de semillas, brotes, ramas y raíces, barrenadores de corteza y madera de árboles vivos, además de un gran número asociado a madera volteada o muerta (Lanfranco et al., 1994).

13.1.1 Insectos xilófagos. En el estado de fustal, en que se encuentra gran parte de los renovales, tienen mayor importancia los insectos xilófagos que atacan madera viva, provocando pérdidas por descalificación de la madera.

Uno de los más importantes en este grupo es el Taladrador de Roble (Holopterus chilensis Blanchard.), cuya larva ataca árboles vivos en buen estado, formando galerías en el eje longitudinal del árbol desde la base hasta cuatro metros de altura, detectándose el daño claramente por la acumulación de aserrín en la base de los árboles y la presencia de exudación sabial en orificios en la base y cicatrices de emergencia del insecto adulto. El daño produce la descalificación de la madera para uso debobinable, chapas y aserrado, quedando sólo utilizable para astillas y combustible. Afectado preferentemente Roble, atacando sólo ocasionalmente a Raulí (CORMA-CONAF-U. Austral de Chile, 1991 ; Barriga et al., 1993 ; Fuentes, 1993 ; Artigas, 1994 ; Baldini et al., 1994).

El Gusano del Tebo (Chilecomadia valdiviana Ph.), es otro insecto que en su estado larval daña madera viva de Roble y Raulí teniendo además un gran número de hospederos. La larva orada el interior del fuste y ramas pudiendo comprometer gran parte del xilema, inutilizando la sección del fuste afectada que incluso puede quebrarse. Se detecta por la acumulación de aserrín en la inserción de las ramas y base del fuste, la presencia de orificios y exuvias pupales parcialmente emergidas en la corteza, además de un olor vinagroso característico de los árboles atacados (CORMA-CONAF-U. Austral de Chile, 1991 ; Baldini et al., 1994).

Otro agente que daña madera viva de Roble, siendo su huésped más importante Coigüe, es el Coleóptero de la Luma (Cheloderus childreni Gray.). La larva de este insecto forma galerías longitudinales en el fuste hasta los tres metros de altura, inutilizando esta sección para fines industriales (aserrado, debobinado, chapas). Su ataque puede ser detectado por acumulación de viruta en la base del fuste, además de la exudación sabial a través de la corteza por el ingreso de las larvas (CORMA-CONAF-U. Austral de Chile, 1991 ; Barriga et al., 1993 ; Artigas, 1994 ; Baldini et al., 1994).

Con una menor importancia ya que su daño puede ser evitado al retirar la madera del bosque una vez cortada, se encuentran los insectos xilófagos que afectan madera volteada o muerta, como es el caso de Calydon submetallicum (Bl.), presente en el bosque nativo, que en su estado larval daña madera volteada de Roble y otras especies, provocando pérdidas considerables al permanecer la madera acopiada en el interior del rodal. El daño corresponde a una taladradura bajo la corteza y el xilema y se identifica por la presencia en los meses de primavera y verano, de aserrín en troncos apilados, producto de las galerías.

Otro insecto que con frecuencia en su estado larval, se encuentra actuando en árboles debilitados y madera apilada formando galerías, con una gran cantidad de hospederos, dentro de los cuales se encuentra Roble y Raulí, es la Madre de la Culebra (*Acanthinodera cummingi* (Hope.)) (Barriga et al., 1993 ; Artigas, 1994 ; Baldini et al., 1994).

13.1.2 Insectos defoliadores. Los insectos defoliadores en los bosque adultos de Roble y Raulí, no parecen tener una gran incidencia en su crecimiento y desarrollo por la pérdida de área foliar y disminución de las tasas de fotosíntesis que ello significa. Sin embargo, los árboles jóvenes, se pueden ver severamente afectados, al reducir sus tasas de crecimiento por la pérdida del follaje .

Dentro de este grupo de insectos, se encuentra la Mosca Sierra de Roble y Raulí (*Cerospastus volupis*), que causa un daño doble. El primero es provocado por el adulto al oviponer sobre las hojas de Roble y Raulí y el segundo y más importante causado por la larva al alimentarse del follaje dejando sólo la nervadura principal de las hojas, reduciendo de esta forma la capacidad fotosintética del árbol. El daño causado puede identificarse a partir de Diciembre al observar la esqueletización de las hojas ubicadas en el extremo de las ramas, siendo en Abril el follaje consumido completamente (CORMA-CONAF-U. Austral de Chile, 1991 ; Baldini et al., 1994).

El Crisomelido del Roble (*Hornius grandis* (Philippi y Philippi)), también presenta un doble daño, debido al régimen de alimentación del adulto y la larva, atacando de preferencia a Roble y en menor grado a Raulí. El adulto se alimenta de la corteza de ramas y ramillas, anillándolas en la base de las yemas y la larva consume el follaje y hojas

en formación, provocando una defoliación prematura por la muerte de yemas y ramillas. El daño se detecta por el anillamiento de ramas y ramillas en la zona inferior del fuste, pudiendo llegar a ser importante en viveros (CORMA-CONAF-U. Austral de Chile, 1991; Jerez e Ibarra-Vidal, 1992 ; Artigas, 1994 ; Baldini et al., 1994).

La Cuncuna Espinuda (Ormiscodes cinamomea (Feisthamel)), es otro insecto que defolia preferentemente Roble, teniendo además un gran número de hospederos en los que se encuentran especies nativa y exóticas, provocando una defoliación severa de los árboles, consumiendo el follaje desde el ápice y ramas laterales, para continuar hacia el interior del árbol. En ataques durante años sucesivos a un mismo árbol, provoca grandes pérdidas en crecimiento e incluso su muerte (Artigas, 1994 ; Baldini et al., 1994).

El Pololo Verde o San Juan (Hylamorfa elegans (Burmeister)), es un defoliador que a diferencia de los anteriores insectos mencionados el daño lo provoca el adulto que se alimenta del follaje de Roble y Raulf defoliándolo severamente, sin consumir la nervadura de las hojas.

13.1.3 Insecto comedor de semillas en Raulf. Es conocido para Raulf, los problemas de pérdida de viabilidad de las semillas, siendo uno de los principales causantes de este daño el Lepidóptero del género Perzelia, que se alimenta de éstas devorándolas parcial o totalmente, reduciendo significativamente su capacidad germinativa, provocando además un daño secundario al alimentarse de las hojas cercanas a la cúpula donde se encuentran las semillas. El daño puede identificarse por la presencia de semillas perforadas, con la consecuente pérdida de viabilidad y la esqueletización de hojas cercanas a la cúpula (Cruz, 1981 ; CORMA-CONAF-U. Austral de Chile, 1991 ; Baldini et al., 1994).

TABLA 20. INSECTOS ASOCIADOS A ROBLE Y RAULI.

	Hospederos			Componente del árbol afectado						
	Roble	Raulí	Otros	Madera		Follaje	Ramas Ramillas	Raíces	Semi- llas	Yemas
				Viva	Muerta					
Orden Coleóptera										
<i>Fam. Bostrichidae</i>										
Sp. <u>Dexicrates robustus</u> (Blanchard). (9)	X		X							
Sp. <u>Lyctus chilensis</u> Gerber.(9)										
Sp. <u>Lyctus brunneus</u> . (5)	X	X	X							
<i>Fam. Buprestidae</i>										
Sp. <u>Antaxia maulica</u> (Mol.) (7)	X		X		X					
Sp. <u>Conognatha chalybaiventris</u> F. y G. (7)	X		X		X					
Sp. <u>Mostogenius sulcicollis</u> Phil. y Phil. (7)	X		X		X					
Sp. <u>Epistomentis pictus</u> L. y G. (5)	X	X	X		X					
<i>Fam. Cerambycidae</i>										
Sp. <u>Acanthinodera cummingi</u> Hope. (7-9-10)	X	X	X		X					
Sp. <u>Calidon submetallicum</u> (Bl.) (7-10)	X	X	X		X					
Sp. <u>Callideriphus laetus</u> Bl. (7)	X		X		X					
Sp. <u>Callisphyris vespa</u> F. et G. (5-7-10)								X		
Sp. <u>Callisphyris semicaligatus</u> F. et G. (7)		X		X						
Sp <u>Exocentrus pusillus</u> Bl. (7)	X	X								
Sp. <u>Grammicosum flavofasiatum</u> Bl. (7)	X		X		X					

	Hospederos			Componente del árbol afectado						
	Roble	Raulí	Otros	Madera		Follaje	Ramas Ramillas	Raíces	Semi-llas	Yemas
				Viva	Muerta					
Sp. <u>Aryctomorphus bimaculatus</u> Guer. (5)	X		X			X				
Sp. <u>Aryctomorphus laevipennis</u> Burn. (7)	X				X					
Sp. <u>Hylamorpha elegans</u> (Burmeister) (4-9-10)	X	X				X		X		
Sp. <u>Sericoides germaini</u> Dalla Torre (9-10)	X					X		X		
Orden Diptera										
<i>Fam. Cecidonyiidae</i>										
Sp. <u>Rhopalomyia nothofagi</u> Gagne (2)	X									X
Orden Hymenóptera										
<i>Fam. Pergidae</i>										
Sp. <u>Cerospastus volupis</u> (4-10-11)	X	X				X				
Orden Lepidoptera										
<i>Fam. Aecophoridae</i>										
Sp. <u>Perzelia</u> sp. (3-4 -5-10)		X							X	
Sp. <u>Daina clarkei</u> (4-10)	X					X				
<i>Fam. Geometridae</i>										
Sp. <u>Amaguacua longibursae</u> Parra y Boeche. (4-9-10)	X					X				
<i>Fam. asiocampidae</i>										
Sp. <u>Macrophalia</u> sp. (5-10)	X		X			X				
<i>Fam. Cossidae</i>										
Sp. <u>Chilecomadia valdiviana</u> sp. (4-10)	X	X	X	X						

	Hospederos			Componente del árbol afectado					
	Roble	Raulí	Otros	Madera Viva Muerta	Follaje	Ramas Ramillas	Raíces	Semi- llas	Yemas
<i>Fam. Saturnidae</i>									
Sp <u>Ormiscodes cinnamomea</u> (Feisthamel). (4 - 9-10)	X		X		X				
Sp. <u>Ormiscodes marginata</u> (Philippi). (4 -9)	X		X		X				
Sp. <u>Ormiscodes nigrosiata</u> (Philippi). (9)	X		X		X				

Fuente :(1) Artigas, 1969-1970 ; (2) Madrid, 1974 ; (3) Cruz, 1981 ; (4) CORMA-CONAF- U. Austral de Chile, 1991 ; (5) Niebhur y Urrutia, 1991 ; (6) Jerez e Ibarra-Vidal, 1992 ; (7) Barriga et al., 1993 ; (8) Fuentes, 1993 ; (9) Artigas, 1994 ; (10) Baldini et al., 1994 ; (11) Puente y Duhalde, 1994 .

13.2 Daños causados por hongos. Los hongos al igual que los insectos afectan los distintos componentes de un árbol encontrándose en las hojas, ramas, fuste y raíces .

Ejemplo de ello son las Royas del Roble y Raulí (Mikronegeria fagi (Diet. y Neg) ; Mikronegeria alba) pertenecientes a la misma familia y género, las cuales son hongos parásitos altamente especializados que poseen una fase diploide desarrollada sobre las hojas de Roble y Raulí, pudiendo provocar una infección tan severa a fines de verano que todas las hojas del árbol estén cubiertas por el hongo, provocando su caída prematura. La distribución de estos hongos por ser tan específicos, se restringe a las regiones donde los géneros Araucaria-Austrocedrus y Nothofagus están presentes (Butin y Peredo, 1986 ; Niebuhr y Urrutia, 1991).

El Digüeñe o fruto del Roble (Cyttaria espinosea (Lloid.)), hongo parásito obligado e inespecífico, comúnmente se encuentra afectando a Roble, Raulí, Ruil y Roble Colorado, provocando una hipertrofia del tejido en sentido longitudinal denominada agalla, que rodea parcial o totalmente la rama sin llegar a provocar la muerte de ésta, alterando el aspecto del hospedante. Sin embargo el ataque sobre el fuste genera una marcada deformación (Niebuhr y Urrutia, 1991 ; Baldini et al., 1994).

El hongo Lengua de Siervo u Hongo Hígado (Fistulina hepática (Schaff.)Fr.), cuyo cuerpo sexual es circular, semicircular o de forma de lengua, con dimensiones que alcanzan los 20 cm de largo por 27 cm de ancho y hasta 6 cm de espesor cerca de la unión con la madera, se encuentra sobre troncos vivos o muertos . Su ataque se manifiesta por un cambio de coloración de la madera distinguiéndose estrías o rayas en el duramen que luego se extienden adquiriendo un color café intenso . Su avance es lento y la madera es profundamente coloreada. Este hongo se asocia a Nothofagus y otras especies nativas y exóticas, siendo poco frecuente encontrarlo (Niebuhr y Urrutia, 1991).

Oreja de Palo, Libro del Monte (Fomes applanatus (Pers.) Grill.), es un hongo cuyo cuerpo sexual de forma semicircular, aplanado se encuentra pegado por una ancha base a los troncos, pudiendo alcanzar 75 cm de ancho por 42 cm de largo y 20 cm de espesor en la base, con una cara superior muy dura de color blanco ceniciento hasta color tierra . El micelio de este hongo puede desarrollarse en cualquier lesión de la planta y hasta en grietas de la corteza, desde donde se ramifica y extiende por los tejidos interiores desorganizándolos, provocando una pudrición blanca moteada, donde la madera va sufriendo transformaciones hasta quedar completamente alterada dejando el material muy blando, liviano y esponjoso desmenuzándose fácilmente al hacer presión . Al borde de el

área atacada por este hongo en árboles vivos se forma una banda de medio centímetro de ancho de color café oscuro llamada línea negra (Niebuhr y Urrutia, 1991).

Armillaria mellea (Vahl ex Fr.) Kumm., hongo inespecífico, mundialmente distribuido ataca casi todas las especies de latifoliadas y coníferas, pudiendo en algunos casos causarles la muerte. El paso de la fase parasitaria sin embargo se lleva a cabo solamente cuando el árbol se encuentra debilitado por estar expuesto a factores adversos . Raulí se ha visto atacado y debilitado en condiciones de mal drenaje por este hongo (Donoso, 1978; Butin y Paredo, 1986) .

13.3 Daño causado por otros agentes. Además de los insectos y los hongos, existen otros agentes o factores que causan daño a los Nothofagus, como los Quintrales que son arbustos o subarbustos hemiparásitos que se desarrollan sobre algunas especies de Nothofagus . El reconocimiento de estos parásitos se realiza en forma directa puesto que provocan modificaciones fácilmente reconocibles en el huésped . En los ejemplares de regeneración pueden provocar deformaciones del fuste y en ocasiones engrosamiento local por hipertrofia del tejido (Baldini et al., 1994).

Los animales herbívoros, principalmente el ganado vacuno y ovino, también pueden llegar a ser causal de daño, cortando los ápices, ramoneando las hojas, causando lesiones en la corteza del leño en plantas jóvenes en regeneración natural y plantaciones, provocando la pérdida de la forma fustal que se traduce en un achaparramiento del árbol y su inutilización comercial (Garrido, 1981 ; Grosse, 1987a ; Baldini et al., 1994).

Dentro de los factores abióticos que pueden causar daño, el más frecuentes es el sol, provocando insolación o quemaduras, ubicadas generalmente en los lados asoleados, dependiendo principalmente del grosor de la corteza del árbol que determina la frecuencia y el grado del daño, pudiendo este ser reconocido por trozos de corteza muerta, seca y agrietada que se desprende dejando al descubierto la madera, convirtiéndose en ocasiones en un vector de entrada para hongos de pudrición . Es frecuente que estas quemaduras se produzcan luego de raleos o de poda que dejan expuestos los árboles, pudiendo ser controlado con el aumento de la densidad de especies tolerantes, o reduciendo la intensidad de raleo (Avilés, 1993 citados por Hamdan, 1995) . Otro daño provocado por el sol es la mancha blanca o anillamiento del tallo en plántulas jóvenes que aun se encuentran en estado suculento . El daño se produce a nivel del suelo (cuello), donde aparece una pequeña mancha descolorida hacia el lado asoleado que luego puede ponerse pálida y blanquizca o bien extenderse y rodear todo el cuello de la planta produciendo un estrangulamiento o anillamiento, doblándose la planta para luego secarse (Niebuhr y Urrutia, 1991 ; Baldini et al., 1994).

XIV UTILIZACION DE ROBLE Y RAULI

14.1 Descripción de la parte maderable del árbol

Roble en su distribución norte alcanza una altura de 25 metros y algo más de un metro de diámetro, pudiendo llegar en la distribución sur a más de dos metros de diámetro y 40 metros de altura. De tronco más o menos cilíndrico, recto, libre de ramas hasta considerable altura, de corteza gruesa y agrietada de color café oscura, que permite distinguir los ejemplares de distribución sur, donde los árboles adultos tienen una corteza agrietada en forma de placas redondeadas a diferencia de los ejemplares de la zona norte que no presentan estas placas. En los ejemplares jóvenes la corteza es lisa y de color gris hasta blanquecina (Pérez, 1983 ; Rodríguez et al., 1983) .

Raulí es un árbol que alcanza hasta 40 metros de altura, frondoso de tronco recto, cilíndrico, desprovisto de ramas hasta una considerable altura, con un diámetro de hasta 2 metros o más . Su corteza es gris oscura agrietada en sentido longitudinal, característica que lo hace fácilmente reconocible del resto de las especies nativas que lo rodean (Pérez, 1983 ; Rodríguez et al., 1983 ; Bernath, 1940 citado por Sepúlveda, 1991) .

14.2 Características de la madera

La madera de Roble ocupa uno de los primeros lugares en utilización dentro de los árboles Chilenos (Rodríguez et al., 1983) y sus empleos son numerosos, siendo al igual que Raulí madera de aplicación múltiple (Henle, 1991) .

Su tronco presenta una albura de color blanquizco amarillento en estado fresco, que luego se oscurece y un duramen de color café rojizo opaco que contrasta con la albura (Pérez, 1983) . Las zonas incrementales son poco visibles pudiéndose reconocer por una madera otoñal oscura y estrecha (Pérez, 1983 ; Henle, 1991), destacándose la homogeneidad en el ancho de los anillos cualquiera sea el diámetro o la edad del árbol (Puente et al., 1981).

Su madera es semipesada, presenta un ligero veteado y poco brillo natural, sus poros son difusos y muy pequeños, tiene tendencia a deformarse por la influencia de variaciones higrométricas (Henle, 1991), con contracción mediana a grande. Es dura, de gran durabilidad, con una alta resistencia mecánica, de secado lento, muy estable una vez seca (CONAF - FAO, 1983 ; Rodríguez et al., 1983) .

La madera de Raulí es considerada como una de las mejores del país (Pérez, 1983; Niebuhr y Urrutia, 1991) y su aplicación es muy variada en mueblería y toda clase de construcciones. Su tronco presenta un notorio contraste entre la albura, amarillo-gris hasta café clara (hualle) y el duramen (pellín) de color café rojizo desde claro hasta oscuro (Pérez, 1983). Rodríguez et al. (1983) lo describen de color amarillo-rosado en su albura y castaño-rosado con tendencia a oscurecerse el duramen .

Las zonas incrementales están bien definidas y se reconocen por una madera otoñal oscura y estrecha (INFOR-Motionondienst Holz, 1988 citados por Henle, 1991) . En árboles jóvenes (rodales de segundo crecimiento) los anillos o zonas incrementales son más distanciados y de color más claro (Grosse, 1993), llamando la atención su homogeneidad, evidenciando en todos los casos una regularidad entre ellos, cualquiera sea el diámetro y la edad del árbol (Puente et al., 1981) .

La madera de Raulí es semipesada, con satisfactoria resistencia a la deformación (Henle, 1991), presenta un ligero veteado tangencial y radialmente franjas finas, sus poros son difusos, algo mas grandes que en Roble y su grano es fino (Pérez, 1983 ; Bernath, 1940 citado por Sepúlveda, 1991) . Susceptible de pelar y guillotinar, de secado fácil, fácil de trabajar y muy estable una vez seca (CONAF-FAO, 1983) .

14.3 Usos de la madera

La madera de Roble y Raulí, presentan un gran número de aplicaciones (usos), siendo ambas utilizadas en construcción liviana, mueblería, fabricación de tableros de partículas, carpintería, puertas, ventanas, ebanistería, tonelería, duelas y tejuelas, postes y maderas de minas y astillas de fibra corta.

Raulí es también utilizado en pisos, chapas, tornería, usos náuticos y marítimos, mangos y utensilios, cubas y estanques, embalajes, carrocerías, persianas, terciados, moldes y patrones y revestimiento de exteriores e interiores y Roble en obras gruesas de edificios, puentes, postes y rodrigones, durmientes, embarcaciones y revestimientos exteriores (Pérez, 1983 ; Renarres, 1989 ; Henle, 1991 ; Peredo et al., 1993).

14.4 Propiedades físicas

La madera de Roble es semipesada y presenta una mayor densidad aparente que Raulí, con 1042 kg/m³ en estado verde y 778 kg/m³ en estado seco con una humedad aproximada del 12 % . Su madera es durable, con una vida útil esperada superior a 15 años estando en servicio sin ser tratada y en las condiciones climáticas normales existentes en el país (Pérez, 1983).

Los valores de contracción para la madera de Roble varían de mediano a grande, diferenciándose en gran medida la contracción radial respecto a la tangencial . Expresado en porcentaje pasando del estado verde a 0 % de humedad, la contracción radial alcanza a 4,6 % y la tangencial a 8,3 % (Pérez, 1983). Expresado en forma inversa a través de el hinchamiento de la fibra desde el estado seco hasta su saturación, alcanza un cambio de dimensiones en sentido radial de 5,9 % y tangencial de 11,7 % (Gotswald et al., 1982 citados por Henle, 1991) .

La permeabilidad de Roble al igual que Raulf para ser tratada con productos que ayuden a su preservación no es fácil de lograr tanto para la albura y especialmente para el duramen (Pérez, 1983) .

La madera de Raulf es liviana a semipesada, con una densidad aparente en estado verde de 878 kg por metro cúbico y en estado seco a una humedad aproximada del 12 % es de 539 kg por metro cúbico . Su durabilidad es moderada, con una vida útil superior a 5 años e inferior a 15 años en servicio, sin tratamientos para ser preservada y en condiciones climáticas normales existentes en el país (Pérez, 1983 ; Torres, 1971 citado por Sepúlveda, 1991) .

Sus valores de contracción varían de mediano a grande (Henle, 1991), diferenciándose en gran medida los valores en sentido radial respecto al tangencial, siendo estos expresados en porcentaje, pasando desde el estado verde a 0 % de contenido de humedad, de 4,3 % y 7,8 % respectivamente (Pérez, 1983). Expresado los valores de contracción por Gotswald et al. (1982) citados por Henle (1991), a la forma de hinchamiento, que corresponde a la medida del incremento de las mediciones en la madera aserrada por un

aumento del contenido de humedad desde el estado seco de la fibra hasta su saturación, alcanza a un 4,7 % y 9,3 % en el sentido radial y tangencial, respectivamente .

La permeabilidad de la madera de Raulf para ser tratada con productos preservantes a base de pentaclorofenol o creosota es difícil para el duramen y tratable para la albura (Pérez, 1983).

14.4 Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas indican la capacidad que tienen los materiales para resistir fuerzas externas o aplicadas, con lo cual se pueden controlar las formas de uso más adecuadas (Torricelli, 1941 ; Pérez, 1983), siendo las de mayor interés para el diseño de estructuras en madera, la tensión de la fibra extrema en flexión, tensión de corte o cizalle longitudinal, compresión normal a la fibra, tracción paralela a la fibra, tracción normal y modulo de elasticidad (Pérez et al., 1990) .

De acuerdo al agrupamiento de estas propiedades mecánicas según su resistencia, Roble y Raulf se encontrarían por sobre Pinus radiata y por debajo de Eucalyptus globulus y Coigüe (Tabla 21) (Pérez et al., 1990), presentando mejores cualidades que pino radiata para el diseño de construcción en madera.

XV CONCLUSIONES

- Roble es una especie con una gran área de distribución, desarrollándose en una diversidad de ambientes (clima, suelo). Se encuentra en la Cordillera de la Costa, Cordillera de los Andes y Valle Central, siendo una de las especies más importantes de la zona centro norte y sur del país, dada su gran capacidad de adaptación. Raulí, con una menor dispersión, está presente en ambas cordilleras en una área importante entre la VII y X regiones, mezclándose con Roble y ocupando sitios propios.
- Tanto Roble como Raulí forman renovales a lo largo de toda su distribución, como respuesta a fuertes alteraciones del medio donde originalmente formaban parte, característica que las ha hecho sobresalir de las demás especies, dando origen en muchas situaciones a bosques prácticamente puros, con buen desarrollo y múltiples posibilidades de utilización.
- La dinámica, composición y estructura de los renovales de Roble y Raulí, presenta notables variaciones al pasar de una comunidad a otra y muy especialmente en los rodales que crecen en la zona norte donde existe un menor número de individuos por unidad de superficie y especies acompañantes, pasando a formar comunidades discretas a diferencia de las poblaciones presentes en la zona sur donde existe un continuo vegetacional en sentido altitudinal y latitudinal.
- La regeneración natural de Roble y Raulí es condicionada principalmente por los factores de número de semillas, exposición del suelo mineral, disponibilidad de luz en el piso de bosque, competencia y grado de protección que requieren las plantas.

- De acuerdo a las características de desarrollo de Raulí, el sistema silvicultural de cortas sucesivas se ve como el más indicado para regenerar esta especie en forma natural, al mantener un dosel protector relacionado con la capacidad de Raulí de permanecer bajo dosel por un largo período. Para Roble, especie más intolerante, la regeneración natural por árbol semillero u otra variante de los sistemas que permitan mayores aperturas de rodal pueden ser adecuadas para su regeneración.
- Los antecedentes de regeneración artificial, de semillas como de tratamientos germinativos y técnicas de vivero, permiten hoy una alta producción de plantas, pudiendo contar con material de buenas características y calidad para ser establecidas en terreno.
- La regeneración artificial de Roble y Raulí, a través de plantaciones establecidas bajo diferentes situaciones y áreas geográficas, logra crecimientos positivos en diámetro y altura, obteniéndose bajo la menor cobertura los mayores incrementos en las dos especies, no así en la supervivencia de las plantas donde Raulí a plena luz no supera el 20 %, requiriendo de un dosel protector.
- Los renovales intervenidos a través de practicas de raleo obtienen los mejores resultados en crecimiento en diámetro, área basal y volumen, con aperturas moderadas o suaves del rodal, dejando un área basal en promedio no inferior a los 30 metros cuadrados por hectárea. Además la respuesta dependerá de las condiciones propias de desarrollo, la edad y área basal del renoval al momento de ser intervenido.
- Para los renovales de distribución sur se puede considerar que existe un nivel de información suficiente que puede permitir intervenciones con bases que aseguren una

buena respuesta de éstos al raleo, sin olvidar que la decisión final en cada rodal dependerá de su condición individual.

- Los renovales de roble de distribución norte, principalmente aquellos ubicados entre la V y VI regiones, por sus condiciones ambientales que los han llevado a formar comunidades discretas sumado a sus problemas de regeneración, deben ser tratados, estudiados e intervenidos con mayores consideraciones que permitan llevar a estos rodales a una mejor condición de desarrollo, evitando las cortas indiscriminadas que pueden traer como resultado la disminución de la superficie ocupada por estas especies, debiendo considerar la importancia de estas comunidades, ya que los sectores donde se desarrollan se encuentran prácticamente puros, siendo en consecuencia la especie nativa con las mejores perspectivas en esta área.

- Hasta ahora se ha logrado identificar un gran número de agentes que provocan problemas de sanidad en Roble y Raulí, siendo de acuerdo al desarrollo actual de los renovales (fustal), de mayor importancia los que afectan la madera viva (fuste), inutilizándola para usos industriales (chapas, debobinado, madera aserrada).

- Las características relevantes de la madera de Roble y Raulí así como los múltiples usos a los que pueden destinarse, ha determinado que Raulí sea considerada como una de las mejores del país y Roble uno de los árboles Chilenos más utilizados, avalando con esto lo promisorio de su manejo y adecuada utilización y permanencia en la formación de nuevos bosques.

XVI RESUMEN

A partir de 1970, se dio inicio en Chile a una serie de investigaciones ecológicas y de manejo, así como en aspectos de viverización y plantación de especies nativas.

Las investigaciones se han centrado principalmente en especies del género Nothofagus y especialmente en Roble (*N. obliqua*) y Raulí (*N. alpina*) y los renovales formados por estas especies.

En este trabajo se realiza una recopilación bibliográfica, abordándose aspectos ambientales, de distribución, silviculturales y de aprovechamiento de Roble y Raulí con especial énfasis en los renovales formados por estas especies.

Roble, presente desde la V a la X región y Raulí, entre la VII y X región, forman renovales a lo largo de toda su distribución originados por catástrofes naturales o provocadas por el hombre, ocupando áreas con grandes diferencias medio ambientales que hacen variar la composición, estructura y dinámica en las distintas poblaciones donde están presentes.

En cuanto a la regeneración, se analizó el método natural y artificial, pudiendo el primero llegar a ser exitoso al considerar los factores número de semillas, exposición del suelo mineral, disponibilidad de luz, competencia y grado de protección que requieren las plantas. En la regeneración artificial, la aplicación de tratamientos germinativos permite mejorar la capacidad germinativa y acortar el período de germinación en Roble y Raulí. En las plantaciones de Roble y Raulí se logran crecimientos satisfactorios en diámetro y altura, siendo afectados por la disponibilidad de luz o cobertura.

En el manejo de los renovales son comparados distintos criterios, obteniéndose los mejores resultados en crecimiento con intervenciones suaves que en promedio no dejen niveles inferiores a los 30 m² de área basal por hectárea.

En el aspecto sanitario junto a Roble y Raulí se asocia un gran número de insectos que se alimentan de los distintos componentes del árbol, pudiendo llegar a inutilizarlo para fines industriales. Además son afectados por hongos y otros agentes que alteran su crecimiento.

En la utilización de Roble y Raulí son consideradas las características de la madera, sus propiedades físicas y mecánicas y los usos a los cuales puede destinarse la madera.



XVII SUMMARY

Since 1970 Chile began a series of ecological and forest management investigation concerning nursery production and plantation of native species.

The investigation have been centered mainly in Nothofagus species, particularly Roble (*N. obliqua*) and Raulí (*N. alpina*) and the second growth forest formed by these species.

A bibliographic compilation about environment, distribution, silviculture and utilization of Roble and Raulí with a particular emphasis on the second growth forest formed by these species is considered in this document..

Roble, present between the V and X region and Raulí, between the VII and X region, form second growth forest along the whole distribution originated by natural disasters or man created, occupying areas with great environmental differences that make vary composition, structure and dynamic of the different population.

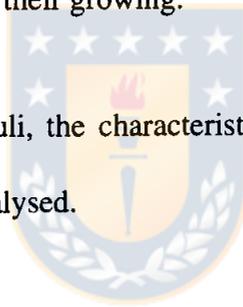
Related to regeneration, the natural and artificial methods were analyzed, being the first one the most succesful considering elementos such as : number of seeds, mineral ground exposition, light availability, competence and degree of protection that the plants required. Related to artificial regeneration, the application of germinative treatment allows to improve the germinative capacity and shorten the period of germination of

Roble and Raúlí. Roble and Rauli plantation, satisfactory growing in diameter and hight are obtained being altered by light availability.

Concerning the management of the second growth forest, different criterio are compared, obtaining better results in growing with soft regulations in the stand that in the average do not leave levels lower to 30 m² of basal area per hectare.

Concerning the sanitary aspect, there is a big number of insects that are feeded by the different components of the trees that could even put the trees out of industrial use; fungus and other agents also alter their growing.

The utilization of Roble and Rauli, the characteristics of the wood, their physical and mechanical properties are also analysed.



XVIII BIBLIOGRAFIA

1. Alvarez, S. 1986. Avances en Investigación Forestal. Forestal Río Vergara S.A. División Información y Desarrollo. 4 p.
2. Artigas, J. 1969-1970. Descripción de la Larva y Pupa de Chenoderus testaceus (Blanchard) (Coleoptera : Cerambycidae). En : Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción. t.XLII. Concepción, Chile. p 245-250 .
3. Artigas, J. 1994. Entomología Económica. Insectos de Interés Agrícola, Forestal, Médico y Veterinario (Nativos, Introducidos y Susceptibles de Introducir). Volumen II. Ediciones Universidad de Concepción. Concepción, Chile .
4. Avilés, B. 1995. Investigación para el Tratamiento Silvícola y Manejo de Renovales de Nothofagus en la Zona Centro de Chile. Ciencia e Investigación Forestal 9(1) : 91-102.
5. Baldini, A., C. Le-Quesne, O. Puente, G. Ojeda. 1994. Daños Bióticos y Abióticos en Roble, Raulí y Coigüe. Guía de Reconocimiento. CONAF, Santiago. 64 p.
6. Barriga, E., T. Kurkovic, T. Fichet, J. Henriquez, J. Macaya. 1993. Nuevos Antecedentes de Coleópteros Xilofagos y Plantas Hospederas en Chile, con una Recopilación de Citas Previas. En : Revista Chilena de Entomología. V(20) : 65-69.
7. Bobadilla, C., B. Herbios, M. Yañez. 1974. Influencia de Algunos Factores Ecológicos en un Renoval Tipo Roble (Nothofagus obliqua (Mirb)

Oerst) y Raulf (Nothofagus alpina (Poepp et Endl) Krasser). Trabajo Presentado para Optar al Título de Técnico Forestal. Universidad de Concepción, Carrera de Técnico Forestal. Los Ángeles, Chile.

8. Bourke, M. 1987. Germinación de Raulf Bajo Diferentes Temperaturas. Ciencia e Investigación Forestal 1(1) : 57-65.
9. Burgos, R. 1984. Determinación de Índices de Sitio para Renovales de Raulf (Nothofagus alpina (Poepp et Endl) Oerst) en la Cordillera de la VIII Región. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Chillán, Chile. 55 p.
10. Butin, H., H. Paredo. 1986. Biblioteca Micológica. Hongos Parásitos en Coníferas de América del Sur con Especial Referencia a Chile. Editorial Cramer, Berlín, Stuttgart. Alemania. 100 p.
11. Calderon-Valtierra, X., A. Vega, C. Salazar, 1995. Un Nuevo Método para la Germinación de Nothofagus alpina (Poepp. et Endl.) Oerst., Raulf. Ciencia e Investigación Forestal 9(1) : 117-121.
12. De Camino, R., B. Schmith, M. Benavides, J. Rodas. 1974. Los Renovales del Bosque Nativo como Recurso Forestal. Antecedentes para la Discusión del Problema. Charlas y Conferencias n° 2, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia.
13. CIREN-INFOR. 1994. Atlas Forestal de Chile. Editorial Antártica. Santiago, Chile.

14. CODEFF, Chile. 1992. El Futuro del Bosque Nativo Chileno : Un Desafío de Hoy . Serie Documentos. Santiago, Chile. 55 p.
15. CONAF. 1980. Encuentro Sobre "Pautas de Intervención en Bosques Nativos". Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile y Universidad Austral de Chile, CONAF. Valdivia, Chile. 69 p.
16. CONAF-FAO, 1983. Principales Características Tecnológicas y Usos de las Especies Nativas Chilenas. Santiago, Chile.
17. CORMA-CONAF-U. Austral de Chile, 1991. Antecedentes Fitosanitarios en Eucalyptus y Bosque Nativo. En Actas Primera Jornadas de Sanidad Forestal. Valdivia, Chile. 88 p.
18. Cruz, C. 1981. Ciclo Biológico del Microlepidoptero Perforador de Semillas de Raulí. Memoria de Título. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile. 85 p.
19. Chile Forestal, 1987. Surge una Esperanza para el Raulí. Chile Forestal n° 136. p 19-21.
20. Chile Forestal 1993. Catastro de Bosque Nativo X Región. Los Arboles si Dejan Ver el Bosque. Chile Forestal n° 207. p 38-39.
21. Donoso, C. 1978. La Silvicultura del Nothofagus en Chile. Departamento de Silvicultura y Conservación Universidad de California. Berkley, California. 102 p.

22. Donoso, C. 1981. Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. Documento de Trabajo n° 38. CONAF-FAO-PNUD. Santiago, Chile. 70 p.
23. Donoso, C. 1988. Los Renovales de Chile. Suplemento n° 2, 15p. En : CORMA n° 205.
24. Donoso, C. 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Ecología Forestal. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 483 p.
25. Donoso, P., T. Monfil, L. Otero, L. Barrales. 1993a. 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 7(2) : 53-87.
26. Donoso, P., C. Donoso, V. Sandoval. 1993b. Proposición de Zonas de Crecimiento de Renovales de Roble (Nothofagus obliqua) y Raulí (Nothofagus alpina) en su Rango de Distribución Natural. Bosque 14(2) : 37-55 .
27. Donoso, C., A. Lara. 1995. Utilización de los Bosques Nativos en Chile : Pasado, Presente y Futuro. pp 363-387. En Armesto, J., C. Villagrán, M. Arroyo (Eds.). Ecología de los Bosques Nativos de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
28. Espinosa, M. 1972. Alcances Sobre las Condiciones de Luz como Factor Importante en la Regeneración Natural del Bosque Tipo Raulí (Nothofagus alpina Poepp. et Endl, Krasser) y Coigüe (Nothofagus dombeyi Mirb. Oerst). Memoria de Título. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile. 76 p.

29. Espinosa, M., G. Rodríguez, G. Medina. 1977. Tres Años de Crecimiento de una Plantación de Raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.) de 25 Años de Edad. Boletín de Investigación CCF-3. Universidad de Concepción, Área de Cs. Agrop., Centro de Cs. Forestales. Chillán, Chile.
30. Espinosa, M., J. García, E. Peña. 1987. Crecimiento de una Plantación de Raulí (*Nothofagus alpina* Poepp. et Endl.) Oerst.) en Villarrica, Chile. En Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales. 6-10 Abril Tomo IV. Buenos Aires, Argentina.
31. Espinosa, M., J. García, E. Peña. 1988. Evaluación del Crecimiento de una Plantación de Raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.) a los 34 Años de Edad. *Agrociencia* 4: 67-74.
32. FORVESA. 1985. Manejo de Renovales de Roble-Raulí. División Información y Desarrollo. Documento Técnico n° 6. Nacimiento, Chile.
33. FORVESA. 1987. La Regeneración de Raulí : Antecedentes Sobre la Regeneración Natural y Artificial. Ensayos de Viverización. FORVESA-INFOR-CORFO. Nacimiento, Chile. 84 p.
34. Fuentes, O. 1993. Holopterus Chilensis : Un Daño que Busca Detenerse. Chile Forestal n° 203. p 33-34.
35. Gallardo, C. 1986. Raleo en Renovales de Raulí . Resultados a los 8 Años. Sector Esperanza Fundo Jauja. Forestal Río Vergara S.A. Nacimiento, Chile. 52 p.

36. Garrido, F. 1981. Los Sistemas Silviculturales Aplicables a los Bosques Nativos Chilenos. Documento de Trabajo n° 39. CONAF-FAO-PNUD. Santiago, Chile. 110 p.
37. Gonzalez, M. 1994. Efecto de Distintos Regímenes de Acondicionamiento de Plantas de Raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.) 1-0 a Raíz Desnuda. En Taller Sobre Bosque Nativo de la Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo. Valdivia, Chile.
38. Grosse, H. 1987a. Desarrollo Inicial de Plantaciones de Raulí. *Ciencia e Investigación Forestal* 1(1) : 46-56 .
39. Grosse, H. 1987b. Desarrollo de Renovales de Raulí Raleados. *Ciencia e Investigación Forestal* 1(2) : 31-43.
40. Grosse, H. 1988a. Desarrollo de Plantas del Género Fagus y Nothofagus en Función de la Luminosidad. Revisión Bibliográfica. *Ciencia e Investigación Forestal* 2(3) : 114-120.
41. Grosse, H. 1988b. Crecimiento de Plantaciones con Raulí y Roble Bajo Dosel en Dependencia del Grado de Luminosidad y Fertilización. *Ciencia e Investigación Forestal* 2(5) : 13-30.
42. Grosse, H. 1989b. Renovales de Raulí, Roble, Coigüe y Tapa, Expectativas de Rendimiento. *Ciencia e Investigación Forestal* 3(6) : 37-71.
43. Grosse, H., Cubillos, V. 1991. Antecedentes Generales para el Manejo de Renovales de Raulí, Roble, Coigüe y Tapa. Informe técnico n° 127. INFOR. Concepción. 50 p.

44. Grosse, H., R. Santelices, V. Kannegiesser, M. Valdés. 1992. Investigación Manejo Silvicola de Diferentes Tipos de Bosque Nativo. Informe Final n° 6. INFOR-CORFO, Concepción. 77 p.
45. Grosse, H. 1993. Transformación de bosques Nativos Degradados en Chile. Ciencia e Investigación Forestal 7(1) : 135-157.
46. Grosse, H., I. Quiroz. 1994. Ensayo de Procedencias y Espaciamiento, Raleo para Raulí. Informe N° 1. INFOR-CORFO. Concepción, Chile. 36 p.
47. Grosse, H., M. Pincheira. 1996. Investigación Manejo Silvicola de Diferentes Tipos de Bosque Nativo. Informe de Avance. INFOR-CORFO. Concepción, Chile. 76 p.
48. Gutiérrez, J. 1989. Manejo de Renovales Nativos en Forestal Mininco S.A. CORMA 207 : 32-36.
49. Hamdan, G. 1995. Analisis de la estructura de Renovales no Manejados y Crecimiento de Árboles Cosecha de Raulí (Nothofagus alpina (Poepp. et Endl.) Oerst.) en Hacienda Jauja, IX Región. Memoria de Titulo. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Concepción, Chile. 83 p.
50. Henle, H. 1991. Estructura de las Especies, Valores de Explotación y Defectos de la Madera en Tres Variedades de Nothofagus de Bosques Secundarios en Chile Central. Memoria de Titulo. Forestales de la Albert-Ludwigs-Universitat Freiburg. Facultad de Ciencias Forestales. Freiburg. Alemania. 64 p.

51. Herrera, N. 1992. Prospección de la Actividad Productiva del Bosque Nativo . Memoria de Titulo. Universidad de Chile.Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 100 p.
52. Jeréz, V., H. Ibarra-Vidal. 1992. Morfología y Bionomia de Hornius grandis (Phil. y Phil., 1964) (Crysmelidae, Eumolpinae). En : Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción. t.LXIII. Concepción, Chile. p 93-100.
53. Lagos, E. 1994. Bosques y Maderas S.A. Una experiencia Pionera. Chile Forestal n° 221. p 32-34 .
54. Lagos, E. 1995. Avances del catastro de Bosque Nativo : Vigorosa Marcha. Chile Forestal n° 233. p 8-11 .
55. Lagos, E. 1996. Catastro de Bosque Nativo : Cifras Decidoras. Chile Forestal n° 241. p 5-9
56. Lanfranco, D., A. Aguilar, S. Ide. 1994. Nothofagus y sus Insectos Asociados : Avances Hacia una Valorización de su Impacto. En Taller Sobre Bosque Nativo de la Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo.Valdivia, Chile.
57. Madrid, F. 1974. Rhopalomyia nothofagi Gagne, Biología y Daño en Roble (Diptera Cecidomyiidae). En : Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción. t.XLVIII. Concepción, Chile. p 395-402.
58. Martinez, O. 1993. Nuevo Limite Sur del Área de Distribución de Nothofagus alpina (Phil) Dim et Mil. Fagaceae . Bosque 14(1) : 73-74.

59. Niebuhr, S., M. Urrutia. 1991. Seminario : Enfermedades y Daños en Raulí. Cátedra de Patología Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales . Universidad de Chile. 12 p.
60. Nuñez, P., R. Peñaloza. 1985. Estudio de Raleo y otras Técnicas para el Manejo de Raulí (Nothofagus alpina) y Roble (Nothofagus obliqua). Etapa II: a) Segunda Evaluación Estudio de Producción de litera en Renovales de Raulí-Roble. b) Segunda Evaluación de Regeneración en Renovales de Raulí-Roble. c) Primera Evaluación Estudio de Raleo. Informe de Convenio n° 80 CONAF-PNUD-FAO. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 109 p.
61. Peredo, M., H. Poblete, L. Naveillan. 1993. Utilización de los Renovales de Roble y Raulí en la Fabricación de Tableros de Partículas. Ciencia Investigación Forestal 7(2) : 215-239.
62. Pérez, G. 1983. Manual de Propiedades Físicas y Mecánicas de Maderas Chilenas. Documento de Trabajo n° 47. CONAF-FAO-PNUD. p 229-248 .
63. Pérez, G., A. Campos, V. Carvallo, L. Frigerio, F. Morales. A. Pastene. 1990. Manual de Cálculo de Construcciones en Madera. INFOR-CORFO. Santiago, Chile. 355 p.
64. Puente, M., C. Donoso, R. Peñaloza, E. Morales. 1979. Manejo de Renovales de Raulí (Nothofagus alpina) y Roble (Nothofagus obliqua). Identificación y Caracterización de Renovales de Raulí y Roble. Documento de Trabajo n° 29. CONAF-FAO-PNUD. Santiago, Chile. 98 p.

65. Puente, M., C. Donoso, R. Peñaloza, E. Morales. 1980. Sugerencias para Ensayos de Raleo en el Manejo de Renovales de Raulí (Nothofagus alpina) y Roble (Nothofagus obliqua). Documento de Trabajo n° 32 . CONAF-FAO-PNUD. 72 p.
66. Puente, M., R. Peñaloza, C. Donoso, R. Paredes, P. Nuñez, R. Morales, O. Engdahl. 1981. Estudio de Raleo y otras Técnicas para el Manejo de Renovales de Raulí "Instalación de Ensayos de Raleo". Documento de Trabajo n° 41. CONAF-FAO-PNUD. Santiago, Chile. 73 p.
67. Puente, O., R. Duhalde. 1994. *Cerospastus volupis* Konow. Nota Técnica año 14 n° 23, CONAF. Santiago, Chile. 8 p.
68. Quintanilla, V. 1974. La Representación Cartográfica Preliminar de la Vegetación Chilena. Un Ensayo Fitoecológico del Sur de Chile. Ediciones Universidad de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 74 p.
69. Ramírez, J. 1993. Efecto de la Temperatura en el Proceso de Germinación de Raulí (Nothofagus alpina (Poepp et Endl.) Oerst.) y Roble (Nothofagus obliqua (Mirb) Oerst var. *obliqua*). Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Chillan, Chile. 82 p.
70. Renarres, 1989. Utilización del Bosque Nativo como Recurso Astillable. Renarres IV(22) : 3-4.
71. Rocuant, L. 1969. Raleos en Renovales de Roble (Nothofagus obliqua (Mirb) Oerst) y Raulí (Nothofagus alpina Poepp et Endl) en la Cordillera de Nahuelbuta. Departamento de Suelos. Circular informativa n°

26. Escuela de Agronomía. Universidad de Concepción. Chillán, Chile. 12 p.
72. Rocuant, L. 1984. Efecto de Giberelina y de Tiourea en la Germinación de Semillas: Especies del Género Nothofagus. Bosque 5 (2) : 53-58.
73. Rodríguez, R., O. Mattei, M. Quezada. 1983. Flora Arbórea de Chile. Universidad de Concepción, Concepción. 408 p.
74. Rosenfeld, J. 1972. Desarrollo de la regeneración de Raulí (Nothofagus alpina) y Coigüe (Nothofagus dombeyi) Bajo Diferentes Grados de luminosidad. Memoria de Título. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia Chile. 63 p.
75. San Martín, J., A. Troncoso. 1993. Especies de Nothofagus (Fagaceae) en la Depresión Intermedia de la VII Región (Chile Central). Bosque 14(1) : 37-44.
76. Schmidt, H., R. Ipinza, L. Vial. 1979. Regeneración en Bosque Nativo de Raulí I . Estudio Bibliográfico. Documento de Trabajo n° 24. CONAF-FAO-PNUD. Santiago, Chile. 124 p.
77. Schmidt, H., A. Urzua, A. Rustom. 1983. Ensayos de Regeneración de Bosque Nativo de Raulí . Resultados Iniciales. Documento de Trabajo n° 50. CONAF-FAO-PNUD. Santiago, Chile. 118 p.
78. Sepúlveda, R. 1991. Crecimiento de la Regeneración Natural de Raulí, Coigüe y Mañío en un Ensayo de Regeneración en el Complejo Forestal y Maderero Panguipulli, X Región. Memoria de Título. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 85 p.

79. Torricelli, E. 1941. Propiedades Físicas y Mecánicas de las Maderas Chilenas. Ministerio de Tierras y Colonización. Departamento de Bienes Nacionales. Santiago, Chile . 103 p.
80. Ulloa, F. 1983. Alcances Sobre la Disponibilidad de Bosque Nativo. Departamento de Control. Gerencia Técnica CONAF. Santiago, Chile 14 p.
81. Van Dijk, K. 1975. Silvicultura del Bosque Nativo Chileno. PNUD-FAO, Temuco, Chile. 170 p.
82. Vargas, V., P. Carrasco, J. García, F. Drake, J. Millán. 1985. Zonificación del Bosque Nativo VIII Región. Informe Final. Departamento de Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Concepción. Chillán, Chile . 28 p.
83. Veblen, T., D. Ashton, F. Schlegel. 1979. Tree Regeneration Strategies in a Lowland Nothofagus Dominated Forest in South-Central Chile. *Journal of Biogeography* 6 : 329-340.
84. Veblen, T., F. Schlegel, B. Escobar. 1980. Structure and Dynamics of Old-Growth Nothofagus Forest in the Valdivian Andes, Chile. *Journal of Ecology* 68 : 1-31.
85. Veblen, T., C. Donoso, F. Schlegel, B. Escobar. 1981. Forest Dynamics in South-Central Chile. *Journal of Biogeography* 8 : 211-247.