

176.32
LOE m
c 4

POTENCIALIDAD DE ESPECIES
Y SITIOS PARA UNA DIVERSIFICACIÓN
SILVÍCOLA NACIONAL

Monografía de
COIGÜE
Nothofagus dombeyi

1926

1926



Nothofagus dombeyi

Coigüe es una especie intolerante, endémica de los bosques templados de Chile, que se encuentra desde Colchagua hasta la provincia de Aysén (VI a XI región). Participa en numerosos tipos forestales, adquiriendo mayor importancia en el roble - raulí - coigüe y coigüe - raulí - tepa. Alcanza 40 m. de altura y hasta 2,5 m. de diámetro. Los renovales pueden crecer hasta 20 m³/ha/año en plantaciones sometidas a manejo y en buenos sitios. La madera se utiliza para estructuras, pisos, parquet, chapas y otros.

AUTORES:

Verónica Loewe M.
Manuel Toral I.
María Eugenia Camelio R.
Claudia López L.
Elizabeth Urquieta N.

CONTRAPARTE TÉCNICA CONAF:

Michael Bourke
Armando Sanhueza

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

Autor: INFOR - CONAF

Equipo de trabajo:

VERONICA LOEWE M.
MANUEL TORAL I.
Mª EUGENIA CAMELIO R..
CLAUDIA LÓPEZ L.

Contraparte técnica:

ARMANDO SANHUEZA S.
MICHAEL W. BOURKE

Financiamiento de la presente edición:

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

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL, CONAF
Ministerio de Agricultura. Chile.

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

Esta publicación se terminó de imprimir en Noviembre de 1998.

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

Fue impreso por: Neuenchwander & Cruz. Santiago Chile

ÍNDICE

ÍNDICE

Prólogo

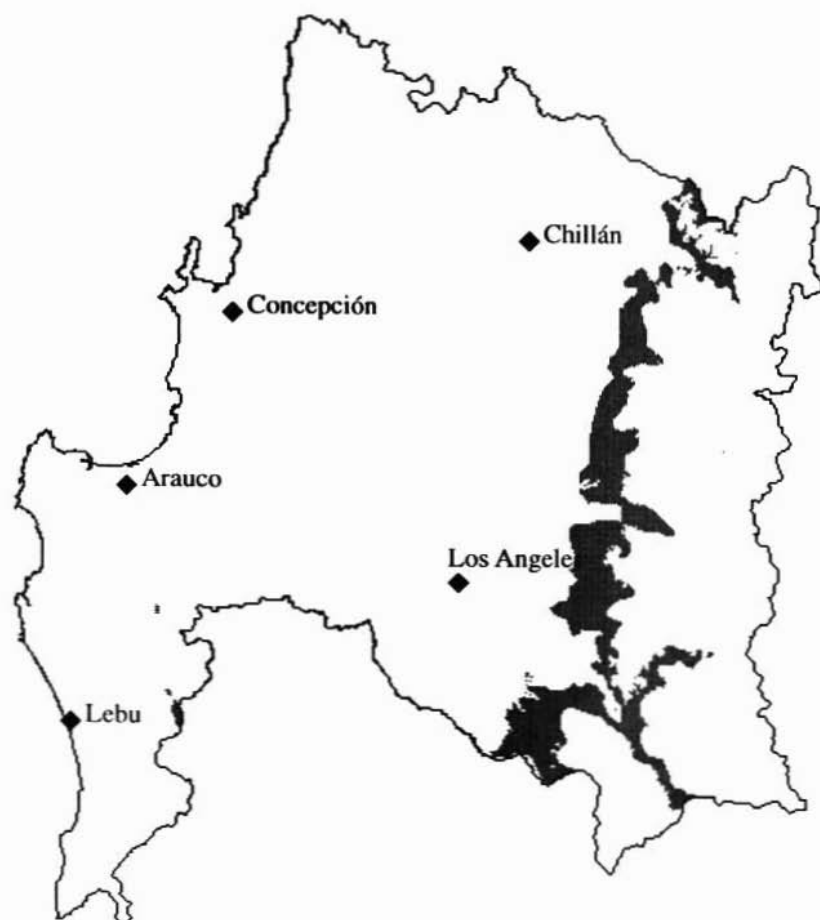
1.	ANTECEDENTES GENERALES	9
1.1	DISTRIBUCIÓN	9
1.2	DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL	9
1.3	TIPOS FORESTALES	9
1.4	ASPECTOS REPRODUCTIVOS	17
1.5	ASPECTOS GENÉTICOS	18
2.	REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS	19
2.1	CLIMA	19
2.2	SUELOS	20
2.3	ALTITUD	21
2.4	EXPOSICIÓN	22
2.5	CONSUMO HÍDRICO	22
3.	PLAGAS Y ENFERMEDADES	27
3.1	ENTOMOLÓGICAS	27
3.2	FUNGOSAS	28
3.3	OTROS	29
4.	SILVICULTURA Y MANEJO	31
4.1	PROPAGACIÓN	31
4.1.1	Regeneración natural	31
4.1.2	Propagación artificial	35
4.1.2.1	Viverización	35
4.1.2.2	Propagación vegetativa	38
4.2	ESTABLECIMIENTO	39
4.2.1	Plantación	39
4.2.1.1	Condiciones de sitio	39
4.2.1.2	Época de plantación	39
4.2.1.3	Densidad de plantación	39
4.2.1.4	Fertilización	40
4.3	MANEJO	41
4.3.1	Crecimiento y productividad	41
4.3.1.1	Bosques naturales	41
4.3.1.2	Plantaciones	49
4.3.2	Tratamientos silviculturales	56
4.3.2.1	Tipo Forestal Coigüe - Raulí - Tepa	56
4.3.2.2	Tipo forestal Roble - Raulí - Coigüe	57
4.3.3	Raleos	58
4.3.4	Podas	59

5. PRODUCCIÓN	61
5.1 CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN	61
5.1.1 Características macroscópicas	61
5.1.2 Características microscópicas	61
5.1.3 Propiedades físicas	62
5.1.4 Propiedades mecánicas	65
5.1.5 Secado e impregnación	69
5.1.5.1 Secado	69
5.1.5.2 Impregnación	72
5.1.6 Pretratamientos de la madera	73
5.2 PRODUCCIÓN NACIONAL	73
5.3 PRODUCCIÓN INTERNACIONAL	76
5.4 EXPORTACIONES FORESTALES DE COIGÜE	76
5.5 PRECIOS	78
5.6 USOS DE LA MADERA DE COIGÜE	80
6. EVALUACIÓN ECONÓMICA	81
6.1 ANTECEDENTES	81
6.1.1 Crecimiento esperado	81
6.1.2 Rotación	81
6.2 MARCO DE EVALUACIÓN	82
6.3 ANTECEDENTES BÁSICOS	83
6.3.1 Indicadores económicos	83
6.3.2 Valor de la jornada de trabajo	83
6.4 COSTOS DIRECTOS	84
6.4.1 Costos de establecimiento	84
6.4.2 Costos de manejo	84
6.4.3 Costos de cosecha	84
6.4.4 Costos de administración	84
6.4.5 Costos de mantención	85
6.4.6 Costos de protección forestal	85
6.5 VALOR DE LOS PRODUCTOS	85
6.6 ESQUEMAS DE MANEJO SEGÚN EL TIPO DE ESCENARIO	85
6.7 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA	91
7. OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE COIGÜE REGIONES VIII-X	95
7.1 INTRODUCCIÓN	95
7.2 RESUMEN DE LAS ÁREAS REGIONALES POTENCIALES PARA COIGÜE	95

ANEXO IV

ILUSTRACIÓN DE LAS ÁREAS POTENCIALES REGIONALES

**DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE COIGÜE
VIII REGIÓN**



Zona apta



Zona no apta



PRÓLOGO

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

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

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

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

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

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

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

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

Gonzalo Paredes Veloso
Director Ejecutivo
Instituto Forestal
INFOR

José Antonio Prado Donoso
Director Ejecutivo
Corporación Nacional Forestal
CONAF

1.

ANTECEDENTES GENERALES

1.1 DISTRIBUCIÓN

Nothofagus dombeyi (Mirb.) Oerst., comúnmente llamado Coihue o Coigüe, pertenece a la familia *Fagaceae*, es una especie endémica de los bosques subantárticos de Chile. Se distribuye desde la Provincia de Colchagua (VI Región) hasta la Provincia de Aysén (XI Región) (Bonnemann y Knigge, 1969b; Rodríguez *et al.*, 1983). Desde el río Maule hasta Aysén en el valle central y Cordillera de la Costa, ocupando prácticamente todas las altitudes de la zona (Pérez, 1983).

Según Donoso (1979) se distribuye entre los 34°41'S y 48°S por ambas cordilleras, siendo muy escaso en la costa desde los 37°S. En el llano central crece desde los 38°S hacia el sur. Hormazábal y Benoit (1987), señalan que se extiende a través de seis regiones administrativas (1.500 km).

1.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Árbol monoico de hasta 40 m de alto y tronco relativamente recto de hasta 2,5 m de diámetro. Follaje denso, frecuentemente con ramas abiertas, fuertes y de disposición horizontal; ramas cortamente pubescentes. Presenta hojas perennes, simples y alternas, de 2,0 - 3,5 cm de largo, de margen finamente aserrado (Rodríguez *et al.*, 1983).

Al respecto Donoso (1979) señala que alcanza hasta 50 m de altura y 4 m de diámetro, desarrollando un fuste largo y recto y una copa pequeña bajo condiciones de bosque.

Su tronco, generalmente está libre de ramas hasta gran altura (poda natural) cuando se le encuentra compitiendo. Su copa frecuentemente es piramidal y se le puede identificar a gran distancia por la característica forma de sus ramas, aplanadas e insertadas formando estratos en ángulos de 90° con respecto al fuste (Rodríguez, 1969).

1.3 TIPOS FORESTALES

Veblen y Schlegel (1982) realizaron una *Reseña ecológica de los bosques del sur de Chile*; para ello recopilaron los antecedentes de numerosos autores, gracias a los cuales se definieron los tipos forestales correspondientes a las regiones de la

Las evidencias señalan que entre las tres especies, Coigüe es la más intolerante y la más agresiva, de modo que es más improbable encontrarla regenerando bajo dosel y, al mismo tiempo, cubre densamente áreas desnudas con suelo mineral.

Renovales de Roble - Raulí - Coigüe analizados en la Cordillera de Nahuelbuta presentan una densidad promedio cercana a los 2.800 arb/ha, distribuyéndose los árboles en cuatro estratos definidos: el 34 % son dominantes, 32 % codominantes, el 14 % intermedios y el 5 % restante son suprimidos (Cisternas, 1989).

• *Remanentes originales:* La estructura es multieténea y con individuos de Roble dominantes y emergentes de gran DAP, que no tiene regeneración bajo dosel, ni individuos de diámetros pequeños. Una posición similar ocupa Coigüe cuando se encuentra en estos rodales. Las especies tolerantes como Laurel, Lingue y especialmente Olivillo, muestran una distribución de edades y tamaños que se ajusta a la curva J invertida, lo que señala que está regenerando bajo el dosel superior.

Las características estructurales de estos bosques muestran densidades de 500 a más de 1.000 árboles por hectárea, con grandes árboles que desarrollan áreas basales y volúmenes considerables (Cuadro 1).

CUADRO 1
VALORES DASOMÉTRICOS DEL TIPO FORESTAL
ROBLE - RAULÍ - COIGÜE

Localidad (condición)	Especie	DAP o rango (cm)	Densidad promedio (arb/ha)	Abasal promedio (m ² /ha)	Volumen promedio (m ³ /ha)	Regeneración (plantas/ha)
Bío-Bío (Andes)	Roble		32	2		600
	Raulí		113	18		10.200
	Coigüe		50	15		13.300
	TOTAL	15	195	35	293	24.100
Nahuelbuta (Costa)	Roble		64	8		650
	Raulí		184	15		5.380
	Coigüe		294	32		2.000
	TOTAL		542	55		8.030
Malleco (Andes)	Roble	22,7	45	3	459	
	Raulí	20,3	1.170	36	459	
	Coigüe		735	9	146	
	TOTAL	17,7	1.950	48	605	

Cuadro 1 / VALORES DASOMÉTRICOS TIPO FORESTAL ROBLE-RAULÍ-COIGÜE (continuación)

Localidad (condición)	Especie	DAP o rango (cm)	Densidad promedio (arb/ha)	Abasal promedio (m ² /ha)	Volumen promedio (m ³ /ha)	Regeneración (plantas/ha)
Malleco (Andes)	Total Roble-Raulí	10-23	800-1.400	22-63		
	Roble			6		
	Raulí			26		
	Coigüe			1		
	TOTAL	17,6	1.874	33	642	
Valdivia (Andes)	Total Roble-Raulí	9-28	360-4.300	16-55		
	Total Roble-Raulí-Coigüe	10-23	600-3.900	15-57		
	Raulí	10-60	206			9.000
	Coigüe	10-100	70			19.000
	TOTAL	10-100	276			28.000
Valdivia (Andes) Osorno (Andes)	Coigüe	10-80	620			17.500
	Raulí					200.000
	Coigüe					600.000
	otras					40.000
	TOTAL	53				1.200.000

Fuente: Donoso (1981)

• *Bosques degradados*: Gran parte de los rodales dentro del área del tipo forestal Roble - Raulí - Coigüe y también el área del tipo Coigüe - Raulí -Tepa, han sufrido diferentes grados de alteración, determinados por distintos niveles de extracción de algunas de las especies componentes.

Cuando la explotación es fuerte (tala rasa) se producen tres situaciones que dificultan la regeneración: 1) Invasión de Quila en terrenos abiertos; 2) Invasión de mirtáceas y otras especies arbustivas; 3) Repoblación del área por especies intolerantes que se establecen rápidamente en el sitio. Cuando la extracción es moderada, las especies intolerantes no son capaces de establecerse, en cambio germinan y se establecen numerosos individuos de las especies tolerantes, particularmente Tepa, Laurel, Olivillo, Lingue y, en ocasiones, Maño.

• **Tipo forestal Coigüe - Raulí - Tepa**

Coigüe se incluye además en el tipo forestal Coigüe - Raulí - Tepa, ubicado en la Cordillera de los Andes entre los 37°S y los 40°30'S y, en la Cordillera de la Costa, desde los 38° hasta los 40°30'S, abarcando las regiones VII, IX y X.

La variación de la composición vegetal se produce esencialmente en sentido latitudinal.

Los bosques del sector septentrional del tipo, están formados por un dosel emergente o dominante constituido por Coigüe y Raulí y un dosel codominante o intermedio, donde Tepa y Trevo son las especies más importantes o, por lo menos las más frecuentes, y donde aparece Tineo y Olivillo, especies que más al sur crecen en áreas de menor altitud. En el sotobosque de estos rodales destacan Avellano y Piñol.

En los rodales de los sectores meridionales en Los Andes, crece Mañío de hojas cortas en el dosel intermedio, y no se encuentra Olivillo; Tineo se desarrolla sólo en algunas situaciones. En los estratos del sotobosque se encuentra comúnmente Canelo enano y Calafate.

Estos bosques tienen generalmente entre 150 y 300 árboles por hectárea, pero pueden llegar a tener hasta 1.000 árboles, en situaciones en que abundan las especies tolerantes en los estratos intermedios (Cuadro 2).

CUADRO 2
VALORES DASOMÉTRICOS DEL TIPO FORESTAL COIGÜE - RAULÍ - TEPA

Localidad (condición)	Especie	DAP o rango (cm)	Densidad promedio (arb/ha)	Abasal promedio (m ² /ha)	Volumen promedio (m ³ /ha)	Regeneración (plantas/ha)
Malleco (800m)	Coigüe	10-180	12	13,5		
	Raulí	10-90	84	17,2		
	Tepa		39	2,1		
	Tineo	10-100	76	17,1		
	Olivillo	10-70	572	20,6		7.800
	otros		183	5,4		1.600
	TOTAL	10-180	966	75,9		9.400
Valdivia (1.000m)	Coigüe	30-180	84	64,3		escasa
	Raulí	10-120	50	15,6		escasa
	Mañío	10-50	50	2,5		media
	TOTAL	10-180	184	82,4	890	

Cuadro 2 / VALORES DASOMÉTRICOS TIPO FORESTAL COIGÜE-RAULÍ-TEPA (continuación)

Localidad (condición)	Especie	DAP o rango (cm)	Densidad promedio (arb/ha)	Abasal promedio (m ² /ha)	Volumen promedio (m ³ /ha)	Regeneración (plantas/ha)
Valdivia (1.000m)	Coigüe	70-180	80	118,8		
	Raulí	70-140	25	32,2		
	Mañío	20-150	55	21,8		escasa
	Tepa					escasa
	TOTAL	20-180	160	172,8	1.330	
Valdivia (800m)	Coigüe	10-180	60	46,1		media
	Raulí	10-160	50	28,0		media
	Tepa	10-70	54	4,7		media
	Trevo	10-80	20	4,4		media
	Tineo	30-60	4	0,7		
	Mañío	10-40	4	0,2		media
	TOTAL	10-180	192	84,1	390	
Valdivia (800m)	Coigüe		128	73,4		4.800
	Raulí		25	1,4		7.700
	Tepa		100	5,1		4.600
	Mañío		15	11,4		4.400
	Trevo		25	0,6		960
	TOTAL		293	91,9		22.460
Valdivia (500m)	Coigüe	60-150	9	9,6	989	
	Raulí	100-120	3	3,1		
	Tepa	10-90	99	17,6		media
	Roble	60-140	9	17,6		
	Ulmo	30-110	12	4,9		
	Olivillo	20-60	6	0,9		media
	Tineo	20-60	6	0,9		media
	Trevo	10-70	9	1,2		media
	TOTAL	10-150	153	55,8	280	

Fuente: Donoso (1981)

- **Tipo forestal siempre verde**

Dentro del tipo forestal siempre verde, Coigüe acompaña a Tepa, Luma, Canelo, Tineo, Tiaca, Ulmo, Mañío, Trevo, Lingue, Laurel, Avellano, Olivillo y Notro. Este tipo abarca las regiones IX, X y XI ubicándose en la Cordillera de los Andes (desde los 49°39' a los 47°S), en la Cordillera de la Costa (entre los 38°30' y 47°S) y en el Llano Central (49°S).

La clasificación en subtipos de este tipo forestal se basa principalmente en la presencia de especies intolerantes, como Coigüe, Coigüe de Magallanes, Coigüe de Chiloé, Tineo y Ulmo; otros dos subtipos quedan definidos por las características edáficas.

- *Subtipo Ñadi:* La estructura de estos bosques es multietánea. La regeneración no es masiva, pero las especies se encuentran adaptadas a estas condiciones, de modo que la mayoría presenta establecimiento en algún grado, siendo especialmente abundantes Canelo, Tiaca y las mirtáceas.

- *Subtipo Olivillo costero:* La regeneración de Olivillo es buena, encontrándose plántulas en el piso y otras mayores de diferentes tamaño y edad.

- *Subtipo siempre verde con intolerantes emergentes:* Es la situación más común dentro de este tipo forestal. Son bosques multietáneos donde entre el 5 y 50 % de los árboles son Coigüe, Coigüe de Chiloé, Coigüe de Magallanes, Ulmo o Tineo.

- *Subtipo siempre verde de tolerantes:* Se distingue del anterior por la falta de las especies intolerantes Coigüe, Coigüe de Chiloé, Coigüe de Magallanes, Ulmo y Tineo, o por su muy escasa participación en los rodales.

- *Subtipo renovales de Canelo:* En sectores en que el bosque ha sido cortado, quemado o destruido por algún agente natural, Canelo regenera masivamente, formando densos brinzales de crecimiento rápido. Junto a los Canelos, también se desarrollan algunas de las otras especies componentes del bosque, especialmente Coigüe. Estos renovales alcanzan densidades de 8.000 a 20.000 árboles por hectárea.

- **Tipo forestal Lenga**

En el tipo forestal Lenga aparece mencionado Coigüe junto con Lenga, Araucaria y Roble. Su distribución es más extensa en la Cordillera de los Andes (paralelos 36°50' al 56°S) y se restringe a algunos sectores en la Cordillera de la Costa. Aquí las precipitaciones varían entre los 500 y 5.600 mm, siendo gran parte de ella en forma de nieve.

Coigüe participa en el subtipo bosque mixto de Lenga-Coigüe, en dos formas:

- 1) Lenga o Coigüe común, que se desarrolla en la Cordillera de los Andes, inmediatamente por debajo de la latitud de los bosques puros de Lenga; al norte de los bosques de Araucaria-Lenga, y al sur de ellos hasta aproximadamente el paralelo 49°39'S.

- 2) Lenga y Coigüe de Magallanes.

- **Tipo forestal Araucaria**

El tipo forestal Araucaria se extiende desde los 37°27' a los 40°48' por la Cordillera de los Andes. Está compuesto por Araucaria, Coigüe, Roble, Lenga, Ñirre y Canelo. Caen anualmente entre 1.600 y 4.500 mm y las temperaturas medias son de 10 a 15°C.

- **Tipo forestal Alerce**

En el tipo forestal Alerce también se incluye Coigüe junto a Alerce, Canelo, Tineo, Ciprés de las Guaitecas, Arrayán, Fuínque, Nirre, Mañío y Tepa. Este tipo se ubica en la Cordillera de los Andes desde los 40°S a los 43°30'S y en la Cordillera de la Costa, entre los 30°50' y los 41°15'S. Presenta precipitaciones en el invierno sobre los 4.000 mm, en forma de nieve desde los 700 msnm.

1.4 ASPECTOS REPRODUCTIVOS

Coigüe es una especie monoica, que posee flores masculinas en inflorescencias trifloras, axilares, cortamente pedunculadas; perigonio campanulado con 4 - 5 lóbulos cortos. Inflorescencias femeninas cortamente pedunculadas, trifloras, axilares; cúpula 4 - partida, lamelas angostas, glabras, de borde entero o bipartido (Rodríguez *et al.*, 1983).

Con respecto a su floración y fructificación, Coigüe es una especie monoica que florece entre septiembre y octubre (Donoso y Cabello, 1978; Donoso *et al.*, 1991). López *et al.* (1986) señalan como época de floración los meses de octubre y noviembre.

Su fruto son tres nueces, la central bialada y las dos laterales trialadas de 3,5 - 4,5 mm de largo, de color café-claro, rodeadas por una cúpula de 4 valvas resinosa (Rodríguez *et al.*, 1983; Donoso *et al.*, 1991). La cosecha de sus frutos se realiza entre marzo y abril, según su ubicación geográfica (Donoso y Cabello, 1978).

Sus semillas se ubican en los extremos de las ramillas y generalmente del lado donde reciben mayor cantidad de luz; su tamaño es de 0,5 cm de largo y de color café amarillento cuando están maduras (Rodríguez, 1969). La diseminación de sus semillas es anemófila y ocurre entre enero y febrero, (Donoso *et al.*, 1991).

Según Rodríguez (1969), un kilo de semillas posee alrededor de 390.000 unidades y el porcentaje de germinación producidas por árboles maduros es de un 25 a 50 %.

El número de semillas por kilogramo, varía entre 412.000 a 476.000; con un porcentaje de germinación de 3,0 % sin ningún tipo de tratamiento (Donoso y Cabello, 1978). Al respecto, Ordóñez (1987) señala que el número de semillas por kilo promedio es de 448.513, con un rango de variación de 229.884-619.314. Este mismo autor menciona que la viabilidad y el tamaño de las semillas disminuye de norte a sur. Donoso y Cortés (1987), analizó la variación del número de semillas por kilo según la latitud. Los resultados se entregan en el Cuadro 3.

CUADRO 3
VARIACIÓN DEL NÚMERO DE SEMILLAS POR KILO SEGÚN LATITUD

Procedencia	Latitud	N° de Semillas por kg
Atacalco (Ñuble)	36°52'	283.688
Los Cipreses (Ñuble)	37°35'	229.884
Nueva Etruria (Cautín)	39°08'	478.804
San Pablo (Valdivia)	39°36'	482.273
Llanacura (Osorno)	40°16'	497.310

Fuente: Donoso y Cortés (1987)

El tamaño de las semillas experimenta una disminución perfectamente gradual de norte a sur, lo que se traduce en un mayor número de semillas por kg (Donoso y Cortés, 1987).

1.5 ASPECTOS GENÉTICOS

Donoso (1978a), menciona la posibilidad de hibridación entre *Nothofagus dombeyi*, los Coigües de Chiloé (*Nothofagus nitida*) y de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), especialmente en las áreas de su distribución donde se traslapan, aproximadamente entre los 40° y 48°S por ambas cordilleras (Donoso y Atienza, 1983).

Lo anterior concordaría con lo afirmado por Muñoz (1980), quien menciona problemas en la identificación de *Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus betuloides*, ya que hay individuos que poseen en una misma ramilla, hojas de ambas especies.

Atienza (1982) estudió la posible hibridación entre *Nothofagus nitida* y *Nothofagus dombeyi*, así como también entre *Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus betuloides*. Resultados provenientes del análisis permiten concluir que existe hibridación entre Coigüe y Coigüe de Magallanes en Antillanca, ya que los supuestos híbridos presentan características intermedias entre las especies padres. Además el estudio cromatográfico indicó la presencia de una hibridación natural entre Coigüe y Coigüe de Chiloé.

En Chile, *Nothofagus dombeyi*, *Nothofagus betuloides* y *Nothofagus nitida* presentan flores, hojas y cutículas de características similares, y se supone además, que las tres especies son de una diferenciación muy reciente (Van Steenis, cit. por Polyméris, 1993). No existen estudios sobre la variabilidad genética de esta especie, tópico de gran interés productivo interesante de analizar en el futuro.

2.

REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS

En el presente capítulo se ha recopilado información sobre los requerimientos del Coigüe a nivel climático y edáfico. Mayor detalle de los requerimientos ecológicos de la especie ver capítulo 7, Obtención de Zonas Potenciales para el establecimiento de Coigüe (pag. 95).

2.1 CLIMA

Las condiciones climáticas, varían considerablemente dentro del rango de distribución de Coigüe. La precipitación anual es de 700 a 1.000 mm en la región mediterránea y aumenta gradualmente a más de 5.000 mm en muchos lugares desde Valdivia a Aysén. También se produce una variación de oeste a este, siendo mayor la precipitación en las pendientes occidentales de la Cordillera de la Costa y de la Cordillera de los Andes (Kunstman, cit. Donoso, 1978a).

La distribución de la precipitación es también variable. En el extremo norte de su rango de distribución, hay 4 a 6 meses de sequía durante la estación de crecimiento, lo que disminuye gradualmente hacia el sur.

Las temperaturas medias máximas anuales, dentro del rango de distribución del Coigüe disminuyen hacia el sur. En el norte, la temperatura de verano es relativamente alta, llega a más de 30°C. Las heladas, en estas latitudes, son posibles durante el otoño y la primavera en la Cordillera de los Andes. En el sur hasta Chiloé, hay aún altas temperaturas, pero no se producen heladas (*Op. cit.*).

En su distribución septentrional, se encuentra en un clima templado húmedo mediterráneo con verano seco; la precipitación alcanza los 1.000 a 1.500 mm anuales. Más al sur, el clima corresponde a templado húmedo lluvioso con precipitaciones que llegan a los 4.000 a 5.000 mm anuales. Crece bajo un régimen de temperaturas moderadas y también en zonas de muy baja temperatura correspondiente a las partes más altas de la Cordillera de los Andes, hasta los 2.500 msnm en la región mediterránea y 1.000 a 1.200 msnm en la región sur y austral (Donoso *et al.*, 1991; Van Steenis, cit. por Polyméris, 1993).

Rodríguez (1969), señala que se desarrolla en forma óptima en climas no muy calurosos con pluviometría sobre 2.000 mm al año.

El clima del tipo forestal Roble - Raulí - Coigüe, es definido como medi

terráneo perhúmedo con temperatura del mes más cálido entre 16 y 20°C (di Castri y Hajek, cit. por Donoso, 1981) o de tipo submediterráneo en parte y templado oceánico en general, con una temperatura media del mes más frío entre 0 y 10°C (Quintanilla, cit. por Donoso, 1981). La pluviometría fluctúa entre 1.500 y 3.000 mm anuales. Coigüe ocupa las partes más altas donde las precipitaciones en forma de nieve en el invierno, son mayores y las temperaturas, menores.

El tipo forestal Coigüe - Raulí - Tepa se desarrolla esencialmente dentro del clima templado oceánico. Presenta temperaturas más bajas que el tipo forestal Roble - Raulí - Coigüe y el monto de precipitaciones fluctúa entre 1.500 y 4.000 mm anuales, con una proporción en forma de nieve. En muchas áreas de este territorio el tipo se ha transformado en tipo forestal Roble - Raulí - Coigüe, componiéndose además por especies como Tepa, Tineo, Olivillo, Mañío, Lenga y Ulmo (Donoso, 1981).

En el tipo forestal siempre verde, las precipitaciones varían entre los 2.000 y 5.000 mm al año; la temperatura media máxima de verano es de 15°C en el norte y de 11°C en el sur y las medias mínimas de invierno van desde los 8 a 9°C en el norte, hasta los 5 a 6°C en el sur (Donoso, 1981).

2.2 SUELOS

Coigüe crece bajo condiciones muy variadas, encontrándose en suelos de distintas profundidades, de drenaje variable, buena disponibilidad de humedad, en suelos mal drenados y en ñadis. En las áreas bajas, crece sobre trumaos que cubren rocas volcánicas y sobre un sustrato pumicítico, arenas y escorias volcánicas, en las tierras altas del tramo austral de los Andes. Se encuentra en suelos pedregosos en quebradas y sobre rocas metamórficas en la Cordillera de la Costa de la región centro-sur (Donoso *et al.*, 1991). No se desarrolla bien en suelos arcillosos (Rodríguez, 1969).

El tipo forestal Roble - Raulí - Coigüe en conjunto se desarrolla sobre trumaos (Roberts y Díaz, cit. por Donoso, 1981). Coigüe, crece también sobre suelo volcánico, pero al igual que Raulí, se desarrolla con frecuencia en áreas desnudas derivadas de deslizamientos de tierra, donde actúan como especies colonizadoras (Veblen y Ashton, 1978). Se desarrolla también en suelos de mal drenaje, incluso en ñadis (Montaldo, cit por Donoso, 1981). Los pH varían desde ácidos a moderadamente ácidos y las profundidades son medias (0,5 - 0,9 m) (Peralta, 1971; Peralta, 1975). Cualquiera sea la condición de suelo que habita Coigüe, el contenido de humedad disponible parece ser el factor que limita su desarrollo en sitios determinados (Donoso, 1978b).

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

Las principales características de estos suelos son: colores pardos grisáceos

oscuros en húmedo, textura franco arenosa muy fina, ligeramente plástico y adhesivo, estructura granular fina. A medida que aumenta la profundidad, el color cambia a pardo amarillento, sin estructura, con restos de tobas volcánicas. Presenta, en la precordillera una erosión de manto de intensidad variable, que en numerosos casos ha sido muy intensa y ha determinado la pérdida de fertilidad de los suelos (Carrasco y Millan, 1990).

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

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

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

- El pH es uniforme en cada uno de ellos (6,31), moderadamente ácido.
- La materia orgánica es media (8,76 %) en los primeros 30 cm y baja en los restantes (4,7 %).
- Los niveles de fósforo son bajos en los 3 estratos (10,55; 6,88 y 7,18 ppm).
- Los contenidos de potasio son normales para los estratos analizados, mientras que los de calcio son bajos.

Los suelos del tipo forestal siempre verde son de origen metamórfico, glacial y fluvio-glacial; en la Cordillera de la Costa se encuentran suelos más delgados, ligeramente podzólicos y con pH que varían entre los 3,8 y 5,0, mientras que en la Cordillera de los Andes, se encuentran trumaos más profundos, texturas francas y pH menos ácidos (5,3 a 6,9).

2.3 ALTITUD

Su rango altitudinal es extenso, presentándose en la mitad norte de su área geográfica entre los 700 y 1.200 msnm, pero decrece gradualmente hacia el sur, encontrándose en la provincia de Aysén entre 0 y 500 msnm (Rodríguez, 1969). En su distribución norte crece entre los 800 y 1.000 msnm (Donoso, 1981; Rodríguez *et al.*, 1983).

2.4 EXPOSICIÓN

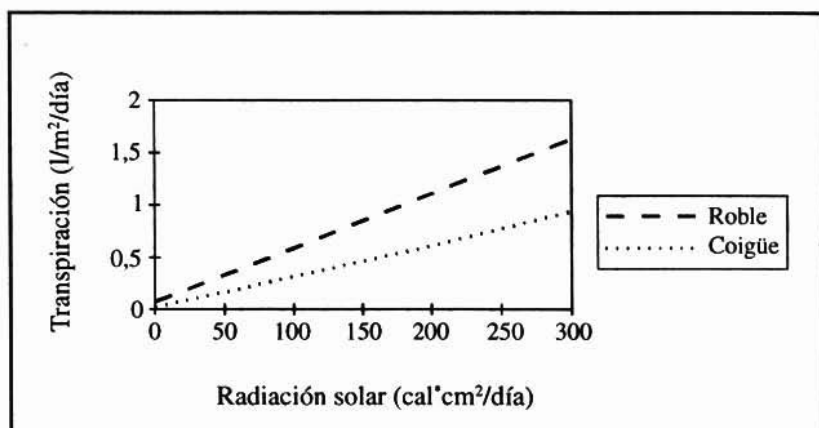
Según Rodríguez *et al.* (1983), se ubica en los faldeos cordilleranos de exposición sur, en su distribución norte y hacia el sur; alrededor de lagos y ríos, donde se encuentran los mejores individuos.

2.5 CONSUMO HÍDRICO

Huber *et al.* (1983), estudiaron las variaciones diarias y estacionales del consumo de agua y la influencia que ejercen algunos parámetros meteorológicos sobre la intensidad transpiratoria, en dos especies arbóreas de la familia *fagacea*, Roble y Coigüe, de amplia distribución en Chile y considerable importancia forestal.

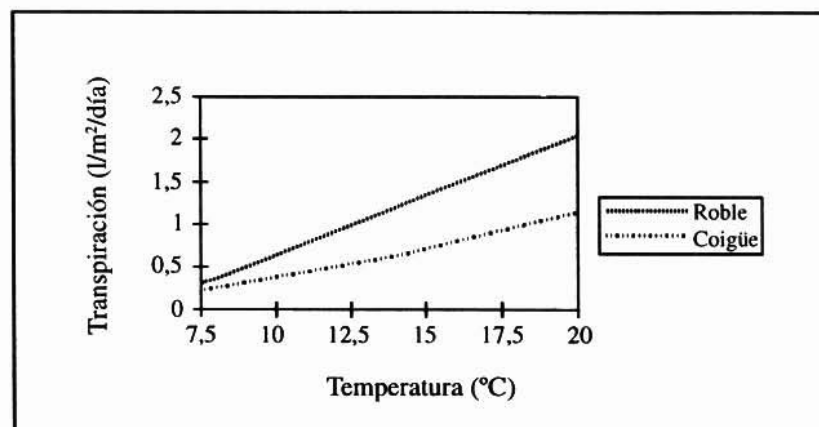
Las Figuras 1 a 4 muestran el comportamiento de la intensidad transpiratoria de Coigüe y Roble en función de algunos factores meteorológicos.

FIGURA 1
RELACIÓN ENTRE LA INTENSIDAD TRANSPIRATORIA Y LA RADIACIÓN SOLAR
PARA ROBLE Y COIGÜE



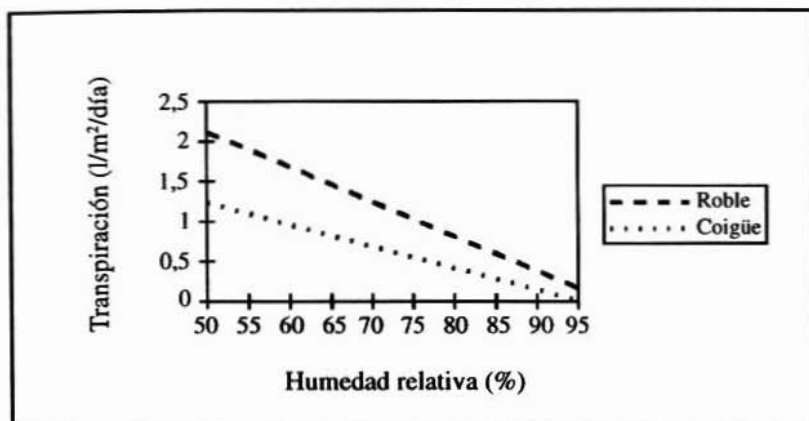
Fuente: Huber *et al.* (1983)

FIGURA 2
RELACIÓN ENTRE LA INTENSIDAD TRANSPIRATORIA Y LA TEMPERATURA DEL
AIRE PARA ROBLE Y COIGÜE



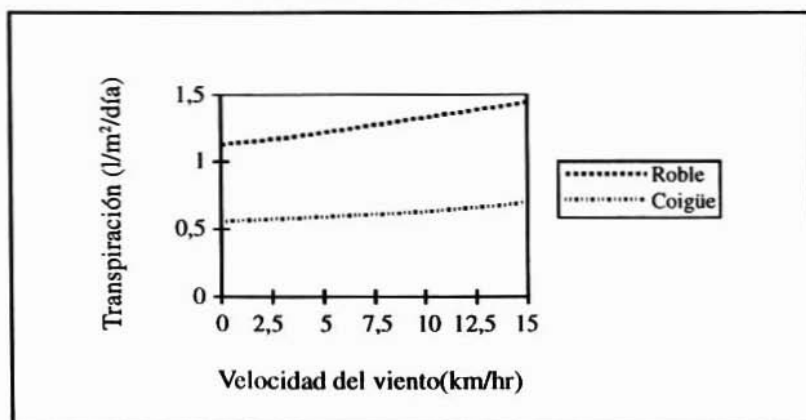
Fuente: Huber *et al.* (1983)

FIGURA 3
RELACIÓN ENTRE LA INTENSIDAD TRANSPIRATORIA Y LA HUMEDAD RELATIVA
PARA ROBLE Y COIGÜE



Fuente: Huber *et al.* (1983)

FIGURA 4
RELACIÓN ENTRE LA INTENSIDAD TRANSPIRATORIA Y LA VELOCIDAD DEL
VIENTO PARA ROBLE Y COIGÜE



Fuente: Huber *et al.* (1983)

Los resultados indican que a medida que la radiación solar y la temperatura del aire aumentan y disminuye la humedad relativa, aumenta la intensidad transpiratoria de ambas especies, reacción que es mucho más marcada en Roble que en Coigüe. Esta diferencia podría deberse a la diversa estructura morfológica de los órganos asimiladores. El efecto de la velocidad del viento sobre las pérdidas de agua por transpiración, es bastante complejo, obteniéndose un leve incremento de la transpiración en ambas especies a medida que aumenta la velocidad del viento. Análisis de regresión múltiple, señalan que la radiación solar es el factor meteorológico más importante en la regulación de la transpiración en ambas especies. Los mismos autores señalan que Coigüe, por ser de hoja perenne, puede mantener su transpiración durante todo el año (Cuadro 4).

CUADRO 4
CONSUMO DE AGUA POR TRANSPIRACIÓN EN COIGÜE

Período	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Nº días período	50	42	20	27	30	27	28	36	35	34
Superficie foliar (m ²)	0,9	2,1	3	3,9	4,5	4,6	3,9	3,3	3,0	2,9
Variación en superficie foliar (m ²)	0	1,2	0,9	0,83	0,63	0,13	-0,7	-0,6	-0,3	-0,06
Volumen fustal (cm ³)	1.067	1.104	1.212	1.488	1.743	2.062	2.155	2.309	2.340	2.355
Variación volumen fustal (cm ³)	11,3	36	108	277	255	318	93	154	31	14,7
Consumo total de agua del período (l)	13,6	27,5	42,8	97,9	133,2	119	98,6	91,9	27,1	14,2

Fuente: Huber *et al.* (1983)

3.

PLAGAS Y ENFERMEDADES

3.1 ENTOMOLÓGICAS

La madera de Coigüe presenta varios defectos, entre los que tienen importancia ciertas manchas medulares, que desvalorizan la calidad de la chapa. Por el aspecto macroscópico de estas manchas, se estableció que se originan en galerías excavadas por larvas que pertenecen a la familia *Agromicidae* (mosca minera). Estas larvas, excavan galerías exclusivamente en la zona entre albura y corteza (Bonnemann y Knigge, 1969a,b).

Otro defecto de esta madera es la comúnmente llamada «mancha roja» e imperfecciones onduladas producidas por un minador del tronco, perteneciente al género *Opostega*, cuya especie es aún desconocida. Las larvas emergen a comienzos de octubre y perforan dentro de la hoja, a través del peciolo, luego dentro de la rama y, finalmente, en la región subcortical del tronco principal (Carey, 1975; Carey *et al.*, 1978). Estudios muestran una disminución significativa de la resistencia de la madera, de un 20 a un 35 %, al compararla con trozas sin ataque de este insecto (Inzunza, 1984).

Kurshel (1951), señala que los adultos del género *Aegorhinus* se desarrollan exclusivamente en plantas dicotiledóneas; es así como se encuentra *Aegorhinus vitulus* en Coigüe. Las larvas atacan plantas sanas y dañan considerablemente el cuello y las raíces gruesas y luego, en estado adulto, continúan la acción devastadora en los brotes.

En estudios realizados por Mella (1989) en la X Región, se detectó el ataque a Coigüe de sólo dos insectos, ambos meristemáticos: *Hornius grandis* en la zona de ramas y ramillas y *Aegorhinus superciliosus* que, en su estado larval, se alimenta de las raíces. En el Cuadro 5 se muestran los insectos detectados en este estudio.

Por su hábito alimenticio, *Hornius grandis* forma parte de dos grupos de insectos forestales dañinos: los meristemáticos y los defoliadores. En su fase adulta está entre los insectos meristemáticos; en cambio, en su fase larval, es un defoliador del tipo masticador. Provoca pérdidas de crecimiento y deformaciones (Jerez y Cerda, 1988; Mella, 1989). Donoso *et al.* (1991) señalan como medida de control, aplicaciones de Metamidofos en dosis de 1,0 l/ha como producto comercial.

CUADRO 5
INSECTOS DAÑINOS DETECTADOS EN COIGÜE

Orden	Familia	Especie	Fase de desarrollo detectada
Coleóptera	Chrysomelidae	<i>Hornius grandis</i>	Adulto
	Curculionidae	<i>Aegorhinus superciliosus</i>	Larva

Fuente: Mella (1989)

La larva de *Aegorhinus superciliosus* provoca un anillamiento parcial de la raíz principal al nivel del cuello, lo que conduce a un desecamiento paulatino de las plantas, y finalmente a la muerte (Mella, 1989). Se controla con aplicaciones de Carbofurano en dosis de 1,0 l/ha como producto comercial (Donoso *et al*, 1991).

Estos autores describen para la etapa de vivero, dos insectos que afectan a Coigüe: gusano blanco (*Hylamorphia elegans*) y gusano alambre (*Gramophoras niger*); ambos atacan las raíces y la corteza de las plántulas produciéndoles pérdida de crecimiento y mortalidad. Para su control, se indica la aplicación de Phomix en una dosis de 10 kg/ha como producto comercial en pre-siembra. Como post-emergente se recomienda Carbofurano en una dosis de 1,0 l/ha.

3.2 FUNGOSAS

El problema de las decoloraciones en la madera es ampliamente conocido y causa grandes pérdidas en la industria maderera, pues aún cuando éstas no afectan a las propiedades mecánicas de la madera, su aspecto lleva a una notoria depreciación del producto. Butín y Peredo (1967), señalan que uno de los hongos de más presencia en Chile y el resto del mundo es *Ceratocystis piceae*, el cual ataca a Coigüe.

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

- *Flammulina velutipes*: presenta una amplia distribución, encontrándose principalmente en Llanquihue, Pucatrihue, Bahía Mansa, Frutillar y Castro. Su hábitat está en madera de Pino radiata, Tapa, Roble, Lingue, Coigüe y Olivillo.

- *Gymnopilus purpuratus*. Su distribución es muy común. Habita sobre trozas en el suelo y sobre madera semiquemada de Coigüe.

- *Gymnopilus spectabilis*: Especie introducida en Chile, que se encuentra habitualmente en la zona centro sur del país. Habita sobre madera y trozas en el suelo de Eucalipto, Pino radiata y Coigüe.

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

• *Mycena epipterygia*: Es de una distribución amplia, siendo común en el sur de Chile, especialmente en Llanacura. Habita sobre madera de Coigüe en descomposición, con pudrición café y cuarteada.

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

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

Ipinza *et al.* (1978) ensayaron la resistencia de Coigüe al ataque de *Gloeosoma vitellinum*, demostrando que tanto la albura como el duramen de esta especie, son susceptibles al ataque de este hongo oligofágico de pudrición blanca, siendo la albura más resistente en sustrato natural.

Hemiparásitos del género *Myzodendron*, del orden *Santalales*, atacan comúnmente a Coigüe. Los más conocidos son *Myzodendron brachistachyum*, *M. imbricatum*, *M. recurvum*, *M. angulatum*, *M. gayanum* y *M. punctulatum*. Sin embargo, no producen daños serios a los árboles (Anonymous, cit. Donoso, 1978a).

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

Otros hongos que atacan el tronco de Coigüe son *Poliporum spp.*, conocidos como *orejas de palo*. Suelen atacar a árboles, que tienen algún tipo de daño en la madera o están en fase de envejecimiento (*Op. cit.*).

Donoso *et al.* (1991), describen para la etapa de vivero un complejo de hongos que afecta a Coigüe, llamado *Damping-off*; como parte del complejo se ha identificado *Fusarium spp.* que ataca el cuello de las plántulas, provocándoles la caída y mortalidad. Se controla con aplicaciones de Captan en dosis de 2,5 kg/ha y Benomil 0,5 kg/ha.

3.3 OTROS

En un estudio preliminar sobre la resistencia de Coigüe no tratado, al ataque de perforadores marinos, se constató que la madera fue atacada por una sola especie: *Bankia martensi*. Luego de permanecer sumergida por un período de 13 a 17 meses, Coigüe fue fuertemente afectado, no observándose diferencia entre albura y duramen (Stuardo *et al.*, 1969).

4.

SILVICULTURA Y MANEJO

4.1 PROPAGACIÓN

4.1.1 Regeneración natural

Nothofagus dombeyi depende para su regeneración natural, de la floración y muerte simultánea de *Chusquea spp.*, a menos que se produzcan perturbaciones por causas exteriores, tales como la producción de claros por árboles derribados por el viento, o a mayor escala, por deslizamientos de tierra y otros eventos asociados a terremotos o erupciones volcánicas (Rodríguez, 1969; Veblen *et al.*, cit. por Polyméris, 1993).

La regeneración natural del tipo forestal Roble - Raulí - Coigüe, normalmente alcanza las 20.000 plántulas por hectárea en un año. La dispersión de semillas es por el viento, lo que favorece una distribución más o menos homogénea en el área. La producción de semillas es cíclica (cada 3 a 5 años) y aunque comienza a temprana edad, la máxima se produce a los 30 años.

Basándose en la clasificación de Donoso (1981), se puede establecer que dentro del subtipo renoval y bosque puro secundario, Coigüe es la especie más agresiva e intolerante, de manera que no se encuentra regenerando bajo dosel, pero sí cubriendo densamente áreas desnudas con suelo mineral (Veblen *et al.*, en prensa; cit. por Donoso 1981). En el subtipo bosques degradados, Coigüe regenera bien cuando se presenta una cobertura de copas de un 7 a 44 %, especialmente de la misma especie. La regeneración se agrupa en función de los huecos del dosel y del nivel de alteración del suelo. En estos casos, las condiciones de regeneración son: alta luminosidad, fuerte explotación y suelo quemado o mineral. El establecimiento se lleva a cabo en 10 años (Novoa, 1980; cit. por Donoso 1981).

Brun (cit. por Aguilera, 1981), sobre la base de 100 parcelas representativas de la provincia de Valdivia, analizó la relación número de árboles/ha por clase diamétrica para las especies, tomando como primer criterio de estratificación respecto a la tolerancia, la frecuencia en las clases inferiores. Clasificando como especies de sombra aquellas que presentan una alta frecuencia en dichas clases, y como especies intolerantes aquellas que además de tener un diámetro medio mayor, mantienen una distribución homogénea a través de las clases diamétricas. Basado en este criterio, definió a Coigüe como una especie de mayor tolerancia que Raulí y Roble. Información que contradice a otros autores que señalan a Coigüe como menos tolerante que Roble y Raulí.

Valenzuela (1967), clasificó la mayoría de las especies forestales del país de acuerdo a las exigencias de iluminación para su desarrollo. Coigüe fue catalogado como especie intolerante; es decir, exige plena luz para que los árboles prosperen.

En general, la regeneración de *Nothofagus* se ve afectada negativamente por la gruesa capa de hojarasca que se acumula bajo los rodales. Coigüe no sólo regenera bien en claros sino también bajo dosel, lo que indicaría una relativa tolerancia de esta especie a la sombra (Deus, 1982; Castillo, 1983).

El Coigüe es una especie que rebrota y su crecimiento por este medio es bastante rápido, más veloz que Raulí, Roble y otras especies que compiten en un mismo sitio (Rodríguez, 1969). Por el contrario, Donoso (1978a) indica que Coigüe no tiene reproducción vegetativa, de modo que después de incendios repetidos en un área, desaparece, a menos que haya una fuente cercana de semillas.

Donoso (1978a), señala que no se ha observado germinación a campo abierto ni bajo sombra intensa, pero sí se aprecia buena germinación bajo media sombra en rodales abiertos o en claros en el bosque. También se observa germinación en troncos podridos o en lugares ricos en humus, muy húmedos, pero más o menos compactados en el piso forestal.

Al respecto, estudios realizados en la zona cordillerana de la provincia de Valdivia, señalan que los bosques mixtos de Coigüe y Raulí, después de la intervención del hombre, tienen una considerable capacidad de regenerarse, siendo la mayoría proveniente de semillas y no de brotes (Rosenfeld, 1972).

En la Reserva Forestal de Malleco, se observó que, en 5 parcelas de bosque mixto de Raulí y Coigüe, con ambas especies en similares proporciones, Coigüe ocupaba un 70 % del total de la superficie regenerada y sólo un 20 % correspondía a Raulí, y que el 10 % restante correspondía a otras especies (Rodríguez, 1969).

Burschel *et al.* (1976), evaluaron la respuesta a la regeneración, en distintos sustratos de un bosque virgen mixto de Raulí y Coigüe en el fundo Trafún en Valdivia. Los resultados del ensayo se muestran en el Cuadro 6.

CUADRO 6
CANTIDAD TOTAL DE REGENERACIÓN DE COIGÜE Y RAULÍ

Tratamientos	Número de plántulas por m ²	
	Coigüe	Raulí
Testigo	85	145
Suelo mineral + hojarasca	211	348
Suelo quemado	192	330
Suelo mineral	658	602

Fuente: Burschel *et al.* (1976)

Basándose en las especies neozelandesas, se sabe que la germinación se retrasa 2 a 4 semanas por cada 350 m de aumento de la altitud. La germinación de estas especies se acelera en las partes bajas, y el porcentaje disminuye al aumentar la altitud (Wardle, cit. Donoso, 1978a). Ésto no ha sido demostrado para *Coigüe*, pero es probable que presente igual comportamiento, puesto que lo mismo ocurre con otros *Nothofagus* chilenos (Donoso, 1972).

Al respecto Deus (1982), señala que la regeneración muestra una tendencia a disminuir, tanto en número de plantas como en número de especies en sectores situados a mayor altitud (excepto exposición sur). En el Cuadro 7, se muestran los resultados obtenidos por este autor en Malleco.

CUADRO 7
NÚMERO DE PLANTAS POR HECTÁREA

Exposición	Ubicación de la regeneración	Número de plantas por hectárea
Norte bajo	Bajo dosel	119
	En claros	2.380
	No diferenciados	2.500
Sur bajo	Sobre tronco	119
	No diferenciados	119
Sur alto	Sobre tronco	357
	No diferenciados	357
Este bajo	Bajo dosel	119
	En claros	119
	No diferenciados	238
Este alto	Sobre tronco	238
	No diferenciados	238
Oeste bajo	Bajo dosel	238
	En claros	238
	No diferenciados	476

Fuente: Deus (1982)

CONAF (1984), señala que requiere de un mínimo de 26,7 arb/ha para regenerar en el subtipo ñadi, siendo afectado su establecimiento por la competencia con Quila y otras especies. En el subtipo siempre verde sin intolerantes emergentes requiere un número mayor a 4 arb/ha.

En los alrededores de Neltume, Valdivia, se demostró que tanto en sitios afectados por alteraciones a gran escala como a pequeña escala, causados por la caída simple o múltiple de árboles en edad avanzada, el Coigüe se encuentra en altas densidades, comprobando su habilidad como especie pionera (Henríquez, 1985).

La regeneración de Coigüe en la provincia de Valdivia, se afianza después de 10 años de explotado el bosque, con un número de plántulas superior a 3.000 por hectárea (CONAF, 1985).

Schmidt *et al.* (1991), realizaron estudios de regeneración natural en el complejo forestal y maderero Panguipulli, en la X Región, entre los años 1980 y 1989. Para esto ensayaron cuatro tratamientos de cobertura arbórea; testigo (A_0), dosel de protección de 60 m²/ha de área basal (A_1), protección de 40 m²/ha (A_2) y corta total (A_3). Estos tratamientos fueron combinados con tres subtratamientos al sotobosque: testigo (B_0), corta del sotobosque (B_1) y escarificación (B_2).

La producción de semillas varió fuertemente, presentando Coigüe 4 años de alta producción (1980, 1983, 1985 y 1987), con cifras entre los 15 a 48 millones de semillas por hectárea. La germinación y sobrevivencia de las plantas fluctúan bastante en los distintos tratamientos. En general, son favorables los tratamientos de corta en el dosel arbóreo y los subtratamientos de corta del sotobosque y la escarificación del suelo (Cuadro 8).

CUADRO 8
GERMINACIÓN TOTAL DE COIGÜE ENTRE 1981 Y 1987

Subtratamiento al sotobosque	Plantas germinadas por m ²			
	Tratamiento al dosel arbóreo			
	A_0	A_1	A_2	A_3
B_0	2.075	7.352	3.556	2.665
B_1	5.816	11.704	5.481	8.628
B_2	9.665	22.611	9.758	6.962

Fuente: Schmidt *et al.* (1991)

4.1.2 Propagación artificial

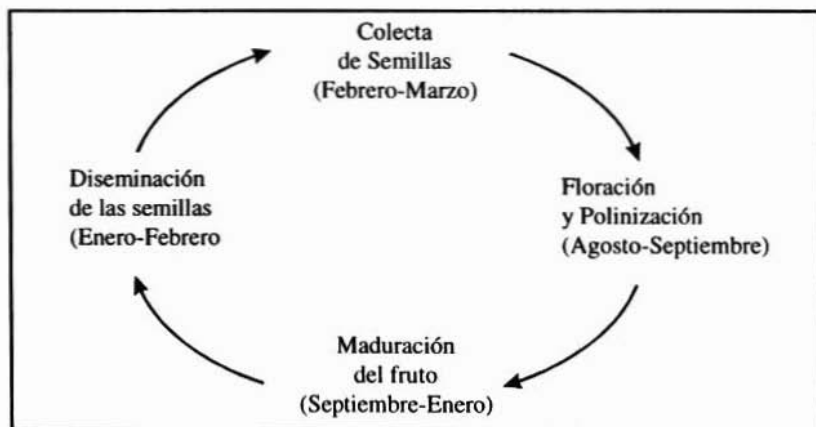
4.1.2.1 Viverización

• Manipulación de las semillas

Como el género *Nothofagus* presenta una producción cíclica de semillas, es importante conocer la época precisa de recolección y los índices de madurez para obtener semilla viable. Los antecedentes sobre madurez fisiológica de la semilla antes de su dispersión, han sido estudiados en el exterior (Gran Bretaña). Se ha demostrado que las semillas de *Nothofagus* cosechadas manualmente dos semanas antes de su madurez, no presentan latencia. Ésto reduciría el ataque de insectos que sufre la mayoría de estas especies, sobre todo en las regiones más australes.

Con respecto a la época de colecta, se señala de febrero a marzo como los meses indicados y, para su extracción, se recomienda un secado en horno a 20 - 30°C, durante seis horas antes de proceder a la siembra o almacenamiento (López *et al.*, 1986). El ciclo de Coigüe comienza entre agosto y septiembre con la floración y polinización; luego, la formación y maduración del fruto entre septiembre y enero; y la diseminación de la semilla por el viento entre enero y febrero (Donoso *et al.*, 1991).

FIGURA 5
ESQUEMA FENOLÓGICO DE COIGÜE



Fuente: Donoso *et al.* (1991)

• **Germinación**

Los porcentajes de germinación obtenidos para Coigüe en laboratorio han sido variables. Generalmente germina menos del 50 %, siendo ésta epígea, es decir los cotiledones emergen del sustrato (Donoso, 1972).

Según López *et al.* (1986), Coigüe presenta entre 600.000 ± 85.000 semillas por kg con un 86 ± 7 % de pureza; posee una capacidad germinativa entre un 18 y 24 % y requiere un pretratamiento germinativo que consiste en estratificación fría-húmeda durante 4 a 8 semanas. Donoso *et al.* (1991), señalan que para romper la latencia fisiológica de esta especie, se debe someter a estratificación en frío durante 90 días a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ en arena húmeda. La viabilidad de las semillas de Coigüe varía entre un 25 y 58 % (Donoso 1979).

CUADRO 9
NÚMERO DE SEMILLAS POR KILO Y VIABILIDAD

Procedencia	Nº Semillas por kilo	Viabilidad Valores porcentuales promedios (%)	
		Viables	No viables
Chillán	283.680	59,1	40,9
Chillán	229.884	34,9	65,1
Gorbea	482.804	4,2	95,8
Panguipulli	482.273	5,1	94,9
Valdivia	548.317	53,0	47,0
Valdivia	691.314	12,9	87,1
Osorno	497.310	10,8	89,2

Fuente: Donoso *et al.* (1991)

En lo que respecta al almacenamiento, las semillas se mantienen con un 8 % de viabilidad durante un año, almacenadas en frascos de vidrio cerrados herméticamente (Donoso *et al.*, 1991). Donoso (1972), señala que las semillas de Coigüe son de vida corta o microbióticas.

Rocuant (1983) ensayó 8 tipos de tratamiento pregerminativo para Coigüe, controlando la germinación durante 28 días. Los resultados se presentan en el Cuadro 10.

CUADRO 10
CAPACIDAD GERMINATIVA DE COIGÜE SEGÚN TRATAMIENTO APLICADO

Tratamiento	Capacidad germinativa (%)
Almacenaje frío seco	10,66
Inmersión en agua destilada durante 3 días	5,33
Estratificación en frío húmedo durante 20 días	8,00
Remojado y mantención en frío seco durante 20 días	—
Inmersión en Tiourea, 0,5% durante 4 días	10,66
Inmersión en Tiourea, 0,5% durante 2 días	6,66
Inmersión en Giberelinas, 25 ppm durante 30 horas	5,33
Inmersión en Giberelinas, 25 ppm durante 15 horas	8,00

Fuente: Rocuant (1983)

De este Cuadro se desprende, que para mejorar la germinación de Coigüe bastaría con un almacenaje frío seco previo a la siembra, ya que a pesar de presentar igual porcentaje de germinación que el tratamiento en inmersión en Tiourea al 0,5 durante 4 días, éste presenta un mayor costo y un mayor período de días para alcanzar dicho porcentaje (17 días) (*Op. cit.*).

Por otra parte, estudios realizados por Ordóñez (1987) para determinar la capacidad germinativa de Coigüe de distintas procedencias (VII a Xª Región), mostraron porcentajes de germinación que varían entre el 10 y 76 %, disminuyendo de norte a sur. Los mejores resultados se obtuvieron con estratificación fría húmeda a 5°C durante 90 días.

Analizando la variación de la viabilidad y capacidad germinativa (testigo y estratificación durante 90 días) de Coigüe de norte a sur en parte de su rango de distribución latitudinal (Cuadro 11), se aprecia que tanto la variabilidad de las semillas como su capacidad germinativa disminuyen a medida que se avanza hacia el sur (Donoso, 1987).

• Siembra y cuidados culturales:

La siembra se realiza desde septiembre hasta mediados de octubre (López *et al.*, 1986; Donoso *et al.*, 1991) a surco lleno, dada su baja capacidad germinativa (López *et al.*, 1986), a una profundidad de 1,5 cm. Para acelerar la micorrización en vivero, Donoso *et al.* (1991) sugieren la incorporación de hojarasca del bosque natural de Coigüe. Al respecto Ordóñez (1987), señala como la época más adecuada de siembra la tercera semana de septiembre.

CUADRO 11
VARIACIÓN DE LA VIABILIDAD Y CAPACIDAD GERMINATIVA SEGÚN LATITUD

Procedencia	Latitud	Viabilidad (%)	Capacidad germinativa (%)	
			Testigo	Estrat. 90 días
Atacalco (Ñuble)	36°52'	81	51	61,8
Los Cipreses (Ñuble)	37°35'	83	19	71,0
Nueva Etruria (Cautín)	39°08'	31	3	17,0
San Pablo (Valdivia)	39°36'	23	5	22,3
Llanacura (Osorno)	40°16'	30	0,5	10,0

Fuente: Donoso (1987)

En cuanto a la densidad de siembra, tradicionalmente se ha sembrado en almacigueras y repicando un año después. Los primeros ensayos de siembra directa han dado resultados positivos. Los repiques en el segundo año, son adecuados con un distanciamiento de 10 a 12 plántulas por metro lineal (Donoso *et al.*, 1991).

En vivero se necesita sombra hasta fines de febrero y principios de marzo y se recomiendan fertilizaciones con N, P, K. El nitrógeno se debe aplicar en dos dosis de 200 kg/ha cada una en forma de salitre potásico. Se planta material de tipo 1:1 ó 1:2 y se recomienda producir plantas con cepellón (López *et al.*, 1986).

Se recomienda la poda de raíces para desarrollar un buen sistema radicular y aumentar así el éxito de la plantación. La profundidad de poda de raíces en plantas 1:0 debe ser de 8 a 10 cm y en plantas 1:1 de 12 a 15 cm. Los crecimientos que se obtienen en vivero en almacigueras son del orden de 15 cm durante el primer año; al segundo año en la platabanda se logra una altura de 0,8 a 1,0 m (Donoso *et al.*, 1991).

4.1.2.2 Propagación vegetativa

Santelices (1993), realizó un ensayo con estacas provenientes de plantas cultivadas en el vivero del Centro Experimental Escuadrón de Forestal Mininco en Concepción. Las estacas se obtuvieron de brotes secundarios de plantas de 3 años de edad en julio del año 1992 y fueron instaladas en los invernaderos del mismo Centro Experimental. Se utilizó como sustrato aserrín de Pino radiata esterilizado y camas de arraigamiento a 21°C de temperatura. Los tratamientos utilizados fueron diferentes concentraciones de ácido indolbutírico (AIB) y los resultados luego de 5 meses, se resumen en el Cuadro 12.

CUADRO 12
RESULTADOS DE ENSAYO DE PROPAGACIÓN POR ESTACAS

Conc. AIB (%)	Sobreviv. (%)	Arraigam. (%)	Cant. Raíces (n°)	Long. (cm)
0,5	50,8 a	28,6 a	7,1 a	8,0 ab
1,0	31,7 b	6,3 b	5,0 a	4,2 b
1,5	9,7 ab	28,6 a	8,3 a	9,0 a

Fuente: Santelices (1993)

La mayor sobrevivencia de Coigüe, se obtuvo con la menor concentración de AIB (0,5 %), sin apreciarse diferencias estadísticas en este parámetro, con los valores correspondientes a las concentraciones mayor e intermedia. Además, con todos los tratamientos probados se estimuló el desarrollo de raíces, sin existir diferencias entre éstas. En cuanto a la longitud de las raíces el valor más alto se obtuvo con la concentración al 1,5 % de AIB (*Op. cit.*)

4.2 ESTABLECIMIENTO

4.2.1 Plantación

4.2.1.1 Condiciones de sitio

Coigüe requiere suelos delgados a medianamente profundos, con buena porosidad y buen contenido de humedad en la época más desfavorable (verano). No requiere protección lateral para una buena sobrevivencia; se han obtenido buenos resultados, en plantaciones realizadas en grandes huecos dentro del bosque (Donoso *et al.*, 1991).

4.2.1.2 Época de plantación

Entre el mes de junio y la primera semana de agosto (X Región costera); hasta fines de agosto, si el clima del año lo permite (X Región andina); y hacia el norte, se recomienda una plantación temprana, no pasando el mes de julio (*Op. cit.*).

4.2.1.3 Densidad de plantación

Se utilizan distanciamientos de 2 x 2 m (2.500 plantas/ha) y 1,5 x 1,5 m (4.444 plantas/ha). Donoso¹ (1996) propone una densidad de plantación de 2.500 árboles por ha (2x2 m), con plantas tipo 1:0 a raíz desnuda.

Donoso¹ (1996), señala que Coigüe posee bajas tasa de mortalidad pero tiende a bifurcarse (doble flecha) por lo que se debería plantar densidades iniciales de

2.500 plantas por hectárea. La alternativa de 4.400 plantas por hectárea es más favorable desde el punto de vista de la forma de los árboles, pero esto se puede alcanzar con podas tempranas de formación. Grosse (1989), recomienda plantar a distanciamientos 2x3m (1.667 plantas/ha).

4.2.1.4 Fertilización

Jara (1986) determinó la importancia de nitrógeno, fósforo y potasio en el desarrollo de Coigüe durante sus dos primeros años. Los tratamientos aplicados en la fase experimental fueron:

- Plántulas con solución nutritiva completa, en cuarzo (SC)
- Plántulas con solución nutritiva carente de N, en cuarzo (SN)
- Plántulas con solución nutritiva carente de P, en cuarzo (SP)
- Plántulas con solución nutritiva carente de K, en cuarzo (SK)
- Plántulas sin solución nutritiva, en cuarzo (control) (C)
- Plántulas sin solución nutritiva, en tierra (control en tierra) (Ct)

Se midió altura, biomasa, contenido de cenizas y contenido de elementos nutritivos de las plántulas separadamente en parte aérea y radicular. Los resultados se resumen en los Cuadros 13 y 14.

Nitrógeno es el elemento nutritivo más importante en el desarrollo de las plántulas de Coigüe, seguido por potasio y finalmente fósforo, el cual no influye en gran medida en el crecimiento de la especie en esta etapa de desarrollo.

La deficiencia de nitrógeno produjo plantas pequeñas con un largo sistema radicular y hojas de color amarillento. En cambio, la deficiencia de potasio provocó una disminución en el crecimiento (largo de tallo), hojas de color verde claro y una disminución en el largo de las raíces (*Op. cit.*)

CUADRO 13
PARTE AÉREA

Trat.	Largo (cm)	Biomasa (g/plant)	Elementos Nutritivos (%)					Cenizas (%)
			N	P	K	Ca	Mg	
Ct	29,9	2,82	0,81	0,16	0,44	0,74	0,14	3,33
SC	20,9	1,38	0,87	0,76	1,14	0,86	0,18	4,17
SP	19,2	1,12	0,96	0,07	0,67	0,66	0,19	3,52
SK	14,2	0,60	0,96	0,17	0,36	1,13	0,26	5,93
SN	7,9	0,20	0,74	0,16	0,54	0,59	0,20	6,38
C	7,4	0,07	no determinado					

Fuente: Jara (1986)

CUADRO 14
PARTE RADICULAR

Trat.	Largo (cm)	Biomasa (g/plant)	Elementos Nutritivos (%)					Cenizas (%)
			N	P	K	Ca	Mg	
Ct	58,5	2,20	0,58	0,21	0,34	0,43	0,15	6,40
SC	39,6	13,10	0,72	0,26	0,61	0,43	0,25	7,48
SP	36,8	1,14	0,77	0,08	0,56	0,69	0,21	10,77
SK	24,8	0,44	0,96	0,25	0,42	0,65	0,27	6,58
SN	25,7	0,17	0,68	0,54	0,86	0,33	0,17	8,37
C	14,6	0,06	no determinado					

Fuente: Jara (1986)

4.3 MANEJO

4.3.1 Crecimiento y productividad

4.3.1.1 Bosques naturales

La calidad de los rodales que forma Coigüe, depende de la edad de los árboles; los rodales de Coigüe sobremaduros se caracterizan por sus ramas superiores secas, las que pueden ser observadas a distancia, y que constituyen un indicio seguro de pudrición en la primera y segunda troza (Rodríguez, 1969).

Los rodales densos y coetáneos entre 120 y 200 años, son de buena calidad pero poco frecuente. En estos últimos, la densidad varía entre 300 y 400 árboles, siendo altos y bien formados; no obstante, existen algunos que se bifurcan a los 15 ó 20 m de altura.

Inventarios realizados en el predio San Pablo de Tregua (Panguipulli) muestran volúmenes medios de Coigüe de 425 m³/ha (Universidad Austral, 1976).

Donoso (1981), señala que los volúmenes estudiados del tipo forestal Roble - Raulí - Coigüe, fluctúan entre 200 y 650 m³/ha, dependiendo, naturalmente, de la edad y de la densidad de los renovales, pero también de la participación de las tres especies de *Nothofagus*, y la relación con las especies tolerantes que empiezan a establecerse en ellos. Los antiguos bosques (remanentes) en cambio, tienen volúmenes de 500 a 1.400 m³ (Martínez, 1965).

Los volúmenes en madera, del tipo forestal Coigüe - Raulí - Tepa son en general elevados, pero variables; fluctúan entre 250 y 1.400 m³/ha. Ello depende fundamentalmente de la etapa sucesional en que se encuentre el rodal; bosques donde los *Nothofagus* han alcanzado gran tamaño y ocupan el mayor porcentaje de árboles y área basal por hectárea, los volúmenes son muy altos (Donoso, 1981).

Renovales estudiados en la Cordillera de Nahuelbuta, han presentado un 85,5 % de Coigüe y el resto de especies acompañantes. El 50 % de los Coigües se concentra en la clase diamétrica 5 - 10 cm. El área basal presenta una distribución muy parecida en todas las clases, no así el volumen bruto que disminuye en las clases 26 - 30 y 31 - 35 cm. La participación en el área basal y el volumen bruto de las especies acompañantes es muy pequeña, no alcanzando el 10% del total (Cisternas, 1989).

En estudios realizados por Delgado (1986), en el sector de Laguna Pedro Aguirre Cerda-Monte Picaflor en la XI Región, en renovales de Coigüe en estado de latizal, con estructura de monte alto regular, cuyo rango de edad fluctúa entre los 26 y 40 años, y con una rotación hipotética de sobre 80 años, se obtuvo la siguiente tabla de rodal (Cuadro 15).

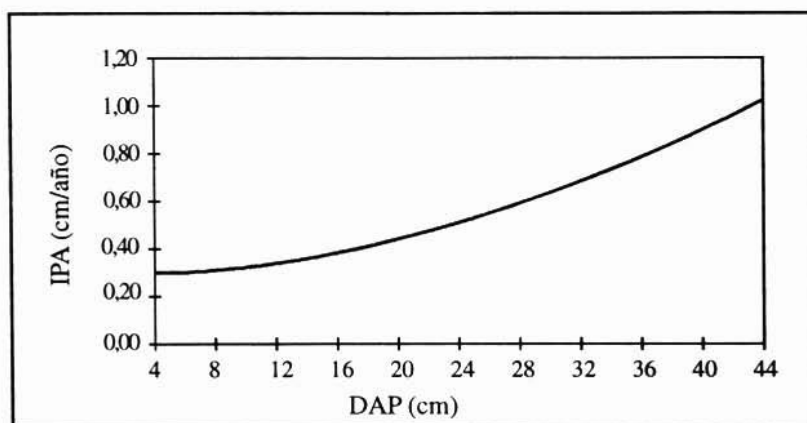
CUADRO 15
TABLA DE RODAL Y EXISTENCIAS PARA COIGÜE

DAP (cm)	N (árbo/ha)	Altura (m)	Volumen (m³ssc/ha)
4	2	4,4	0,0070
6	52	8,0	0,6183
8	124	10,7	3,3774
10	156	12,7	7,7798
12	198	14,3	15,9181
14	237	15,5	28,0255
16	206	16,5	33,8090
18	181	17,3	39,3750
20	183	18,0	51,0979
22	143	18,6	49,8976
24	126	19,1	53,7083
26	120	19,5	61,2705
28	70	19,9	42,2918
30	65	20,3	45,9793
32	24	20,6	19,5987
34	19	20,8	17,6838
36	7	21,1	7,4087
38	6	21,3	7,1420
40	6	21,5	7,9874
44	2	21,8	3,2662
TOTAL	1.927	—	469,2423

Considerando la existencia de 496,2 m³ssc/ha y la edad más frecuente de 26-40 años, resulta un crecimiento volumétrico aproximado de 11,3-19,1 m³ssc/ha/año. Además, si se considera la altura media del dosel superior de 17,6 m y la edad más frecuente de 26-40 años, este renewal tendría un incremento en altura de 0,44-0,68 m/año (*Op. cit.*).

La curva de incremento diamétrico obtenida por este autor se presenta en la Figura 6.

FIGURA 6
CURVA DE INCREMENTO DIAMÉTRICO



Fuente: Delgado (1986)

Grosse y Cubillos en (1991) realizaron un muestreo de renewales de *Nothofagus* con el objeto de proporcionar antecedentes sobre crecimiento y obtener estimaciones de volumen para dichas especies. Las áreas muestreadas correspondieron a Neltume, Melipeuco y Jauja en la precordillera Andina y Arauco y Llanacura en la Cordillera de la Costa (Figura 7). El Cuadro 16 corresponde al área de Neltume.

CUADRO 16
VOLUMEN CÚBICO POR CLASE DE DAP Y ALTURA TOTAL PARA COIGÜE

Clase DAP (cm)	Clase Altura (m)					
	5	10	15	20	25	30
	Volumen cúbico (m ³ s.s.c.)					
6	0,017	0,023	0,028			
8	0,022	0,031	0,040			
10	0,027	0,042	0,056			
12	0,033	0,055	0,076	0,097		
14	0,041	0,070	0,099	0,128		
16	0,050	0,088	0,125	0,163		
18	0,060	0,130	0,155	0,203		
20	0,071	0,155	0,189	0,248	0,307	
22		0,182	0,226	0,297	0,369	
24		0,211	0,267	0,352	0,436	0,521
26		0,243	0,311	0,410	0,510	0,610
28		0,277	0,359	0,474	0,590	0,705
30			0,410	0,542	0,675	0,808
32			0,465	0,616	0,766	0,917
34			0,523	0,693	0,864	1,034
36			0,585	0,776	0,967	1,158
38				0,863	1,076	1,288
40				0,955	1,191	1,426

Fuente: Cubillos (1988); Grosse y Cubillos (1991)

$$V = 0,01210478 + 0,000029462 D^2 H$$

V= Volumen sólido en m³ sin corteza desde una altura de 0,3 m hasta el ápice

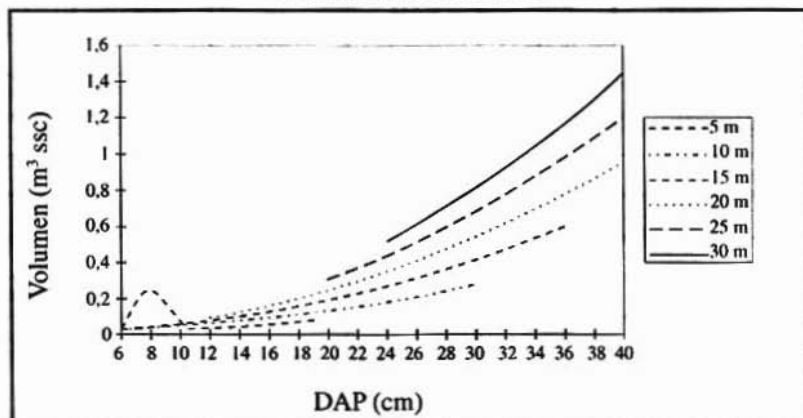
D= DAP con corteza en cm

H= altura total en m

r= 0,99

ECM (%)= 6,4

FIGURA 7
VOLUMEN CÚBICO POR CLASE DE DAP Y ALTURA TOTAL PARA
RENOVALES DE COIGÜE



Fuente: Cubillos (1988); Grosse y Cubillos (1991)

Estudios realizados en 11 renovales y 18 plantaciones de especies de *Nothofagus*, ubicadas la mayoría en comunas de la provincia de Valdivia (Panguipulli) señalan factores de forma artificiales de 0,4386. Donoso *et al.* (en prensa; cit. por Donoso *et al.*, 1993), determinaron para individuos dominantes en renovales de Coigüe de 30 y 49 años, un valor de factor de forma artificial de 0,47 y 0,45 respectivamente.

En el Cuadro 17 se muestran los parámetros generales de rodal de los renovales estudiados por Donoso *et al.* (1993).

CUADRO 17
RESUMEN DE PARÁMETROS DE RODAL EVALUADOS

Rodal	Edad (años)	Densidad (n/ha)	DAP (cm)	Área basal (m ² /ha)	Altura (m)	Volumen bruto (m ³ /ha)	Factor forma	Crec. medio (cm)	Crec. anual (cm)
Pidihuil	42	471	30,30	36,75	26,4	330	0,37	0,72	0,63
El Trufe	32	857	18,78	29,83	15,6	123	0,33	0,59	0,47
Huilo H.	42	835	21,10	31,81	20,7	244	0,40	0,50	0,49

Fuente: Donoso *et al.* (1993)

Salvo los conocimientos que se tienen sobre los bosques del tipo Roble - Raulí - Coigüe, que pueden asimilarse a éstos, no se tiene mayores antecedentes sobre crecimiento. Sin embargo, se sabe que Coigüe puede alcanzar crecimientos de hasta 20 m³/ha/año en renovales, y en Raulí algo semejante, siendo Tapa de crecimiento mediano y Mañío más lento (*Op. cit.*)

Cabe señalar en cuanto a crecimiento de renovales de Coigüe, que éstos son mayores que para Raulí y Roble, ello debido esencialmente, a que Coigüe presenta menores tasas de mortalidad que las otras especies. Coigüe en renovales alcanza crecimientos de 10,8 m³/ha/año, comparados con los 6,5 m³/ha/año promedio en las distintas zonas de crecimiento de renovales de Roble y Raulí (Donoso *et al.*, 1993). Durante los períodos de mayor crecimiento, estos renovales alcanzan un crecimiento de 19 m³/ha/año; existe un caso particular que se llega a 26 m³/ha/año en exposiciones sur de la comuna de Curacautín (Donoso¹, 1996).

Donoso *et al.* (1991) señalan que, en un estudio realizado en Aysén, con un renewal de 26 y 40 años, se registran incrementos diametrales entre 0,44 y 1,2 cm/año y volumétricos de 12,41 a 19,08 m³/ha/año. En otros lugares se han registrado incrementos diametrales de hasta 2 cm/año; y volumétricos, del orden de los 20 m³/ha/año o más, para plantaciones sometidas a manejo y en sitios de primera clase (según estimaciones de CONAF).

Las tasas de crecimiento en diámetro, muestran valores relativamente bajos los primeros 10 años, con un promedio de 0,54 cm/año (Cuadro 18). Luego éstos ascienden en el período 11-20 años, alcanzando valores de 0,74 cm/año en promedio. En el período siguiente, entre los 21 y los 30 años, ya han sido raleados los renovales, de modo que no se puede evaluar la tasa de crecimiento sin manejo (*Op. cit.*)

CUADRO 18

RESUMEN DE CRECIMIENTO DIAMETRAL DE RENOVALES EVALUADOS

Rodal	C.A.P. (cm)					C.A.P. pre y post raleos					Edad óptima de raleo	
	0 a 10 años	11 a 20 años	21 a 30 años	31 a 40 años	Últimos 5 años	Primer raleo		2º Raleo	Período máx. Crec. post Raleo			
						5 años Pre	3 años Post	5 años Post	Años	Valor	1	2
Pidihuil	0,61	0,80	0,84	0,75	0,88	0,82	0,86	0,87	7-11	1,01	22	28
El Trufe	0,46	0,68	0,65	0,90	0,94	0,76	0,86	—	6-10	1,04	9	16

Fuente: Donoso *et al.* (1993)

C.A.P. = Crecimiento anual periódico

Grosse (1989), publicó los resultados de un estudio realizado en la precordillera Andina de la X Región (49°45'S sector Neltume), que establece el rendimiento de renovales de Raulí, Roble, Coigüe y Tepa. El crecimiento de renovales de Coigüe se analizó mente de Coigüe y al finalizar un período de 15 años, se podrían explotar aproximadamente 250 m³/ha de esta especie, con diámetros medios de 30 cm. A pesar que se liberó de sus competidores más directos el estrato a proyectar, se alcanzan incrementos diamétricos de sólo 0,4 cm y proyectando por un período de 30 años a incrementos diamétricos de 0,3 cm/año, el diámetro medio podría superar los 35 cm y el volumen a esperar, sería de aproximadamente 340 m³/ha.

El rodal de Coigüe - Tepa presenta 760 arb/ha, área basal de 57 m²/ha y una participación de Coigüe de un 58 %, Tepa 32 % y el resto de Roble y Raulí. En este rodal no se efectuó un raleo previo a la medición. La intervención en el año 0 contempló una extracción de 120 m³/ha de Coigüe y 12 m³/ha de Roble; luego de 10 años (período de proyección) se pueden explotar 420 m³/ha de Coigüe y 13 m³/ha de Tepa. Después de otros 10 años se podrían explotar 240 árboles remanentes con un diámetro promedio aproximado de 50 cm.

Las situaciones estudiadas presentan condiciones de sitio diferentes. Ésto queda de manifiesto al observar las alturas medias alcanzadas por los Coigües, que en el caso de Triful es de 18,6 m y en Los Hornos 28,7 m, considerando una edad similar en ambos rodales. Por otro lado, los incrementos diamétricos promedio fueron de 0,4 cm/año para el rodal de Triful y de 0,9 cm/año para Los Hornos.

La respuesta al primer raleo es leve en los 5 años posteriores. El crecimiento en diámetro aumenta sólo en un 6 %. Los individuos dominantes de los renovales sometidos a 2 o más raleos presentan crecimientos de 0,98 cm/año en diámetro, mientras que los renovales sometidos a 1 raleo crecen 0,85 cm/año (Donoso *et al.*, 1993).

Estos autores, efectuaron una proyección de crecimientos en renovales hasta la cosecha final, la cual se presenta en el Cuadro 19:

CUADRO 19
PROYECCIÓN DE RENDIMIENTOS VOLUMÉTRICOS DE RENOVALES
HASTA LA COSECHA FINAL

	Primer Raleo (Año 0)		Segundo Raleo (Año 10)		Tercer Raleo (Año 20)		Cosecha Final
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	
Edad	36	36	46	46	56	56	61
Densidad	853	500	500	300	300	250	250
DAP	20	20	29	29	38	38	43
Volumen	199	118	271	160	350	292	403
A. Basal	32	19	34	20	29	24	36
C.M.A* Vol. Br.	6,93 (m ³ /ha/año)		8,77 (m ³ /ha/año)		8,9 (m ³ /ha/año)		10,67 (m ³ /ha/año)
C.A.P. ** Vol. Br.	—		15,38 (m ³ /ha/año)		19 (m ³ /ha/año)		22 (m ³ /ha/año)

Fuente: Donoso *et al.* (1993)

* C.M.A. = Crecimiento medio anual

** C.A.P. = Crecimiento anual periódico

4.3.1.2 Plantaciones

El crecimiento en el primer año de plantación alcanza los 1,6 m de altura (incremento de 0,4 m); en el segundo año, 2,5 m (incremento de 0,9 m) y el tercer año, 3,9 m (incremento de 1,4) (Donoso *et al.*, 1991).

Vita (1977), analizó los crecimientos en altura de especies nativas, realizadas en el Centro Experimental Forestal Frutillar el año 1959 con un distanciamiento de 1,5 x 1,5 para plantaciones de latifoliadas. Los resultados obtenidos para Coigüe se presentan en el Cuadro 20.

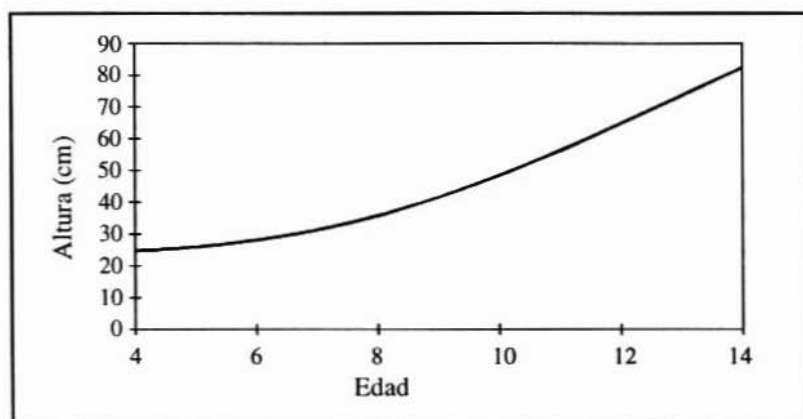
CUADRO 20
RESULTADOS PLANTACIONES EN CENTRO EXPERIMENTAL FRUTILLAR
EVALUADAS EN 1974

Año de Plantación	Altura (m)	DAP (cm)	Crecimiento medio anual	
			Altura (m)	Diámetro (cm)
1960	8,67	27,6	0,62	2,0
1965	4,65	9,6	0,52	1,1
1970	2,51	—	0,63	—

Fuente: Vita (1977)

En la Figura 8 se presenta la tendencia de desarrollo de *Nothofagus dombeyi* en el centro experimental Frutillar.

FIGURA 8
TENDENCIA DE DESARROLLO EN ALTURA PARA COIGÜE



Fuente: Vita (1977)

De 18 plantaciones estudiadas por Donoso *et al.* (1993), tres corresponden a plantaciones puras y jóvenes de Coigüe. Los datos relativos a parámetros de rodal se presentan en el Cuadro 21.

CUADRO 21
RESUMEN DE PARÁMETROS DE RODAL DE PLANTACIONES EVALUADAS

Rodal	Edad (años)	Densidad (arb/ha)	Rango DAP (cm)	Área basal (m ² /ha)	Altura (m)	Volumen bruto (m ³ /ha)
Quechumalal 1	15	2.104	6-24	53	17	392
Quechumalal 6	15	2.488	11-27	69	12	356
Mae	16	1.100	9-27	29	14	183
PROMEDIO	15	1.909	6-27	50	14	311

Fuente: Donoso *et al.* (1993)

Al comparar las plantaciones de la precordillera de los Andes, con niveles de densidad y edades similares (15 años), los crecimientos en volumen de Coigüe son aproximadamente un 40 a 60 % (20 m³/ha/año) superiores, a los crecimientos de plantaciones de Roble y Raulí (14 m³/ha/año).

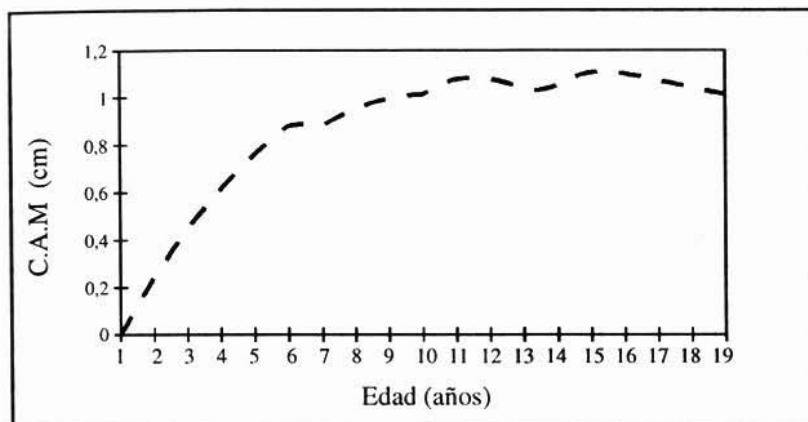
CUADRO 22
RESUMEN DE CRECIMIENTO DE PLANTACIONES

Rodal	Crecimiento medio anual (C.M.A.)				Crecimiento Periódico DAP (cm)			Edad óptima Raleo (años)	
	DAP (cm)	Altura (m)	Área basal (m ² /ha)	Vol. bruto (m ³ /ha)	0-10 (años)	11-20 (años)	Ult. 5 años	1	2
Quechumalal 1	1,15	1,12	3,56	26,16	1,19	—	0,93	8	12
Quechumalal 6	1,20	0,93	4,57	23,84	1,00	—	1,15	11	—
Mae	1,11	0,84	1,82	11,44	1,04	—	1,44	12	15
PROMEDIO	1,15	0,96	3,31	20,48	1,08	—	1,17	10	14

Fuente: Donoso *et al.* (1993)

En la Figura 9, se presentan los incrementos anuales medios en diámetro para plantaciones de Coigüe obtenidos por Donoso *et al.* (1993), en el área de Neltume.

FIGURA 9
CRECIMIENTO ANUAL MEDIO EN DIÁMETRO EN PLANTACIONES DE COIGÜE



Fuente: Donoso *et al.* (1993)

Donoso *et al.* (1986), estudiaron las repuestas al establecimiento de plantaciones puras de Coigüe con dos distanciamientos y plantaciones mixtas de Coigüe - Raulí en el sector de Morrompulli en la provincia de Valdivia. Estas se realizaron en 1984, en claros ubicados entre bosques adultos de Pino radiata y algunos de Eucaliptus. La plantación se efectuó con plantas 1:1 procedentes del vivero experimental de la Universidad Austral.

Las mediciones efectuadas en 1986 y 1987 entregaron los resultados que indica el Cuadro 23.

El crecimiento medio en altura de Coigüe en el tercer año alcanza cifras de 0,90 m en la plantación de 1,5 x 1,5 m y 1,25 m en la de 2 x 2 m, los datos señalan un crecimiento medio anual en altura de 0,75 m en los tres años de plantación y de 0,55 m si se consideran los dos años de vivero (5 años de vida). En la plantación mixta con Raulí, en cambio, se obtuvo un valor de 0,29 m (Donoso *et al.* 1986; Donoso y Cortés, 1987).

Los crecimientos en diámetro para Coigüe puro muestran valores de 0,64 cm y 0,81 cm, bastante superiores al 0,54 cm que muestra en plantaciones mixtas. En Raulí los valores son de 0,71 cm para la plantación mixta y de 0,41 cm para la plantación pura.

Si se aceptan estos valores como representativos, se puede señalar que Coigüe tiende a crecer más rápidamente en condiciones de plantación pura, y Raulí en condiciones de mezcla, lo que sería consistente con la tolerancia a la sombra de ambas especies (*Op. cit.*).

CUADRO 23
EVALUACIÓN PLANTACIONES DE COIGÜE PURO

Parámetro	1986		1987	
Coigüe puro a 1,5 x 1,5 m				
Total de individuos plantados	890		—	
Altura Total (m)	1,85		2,74	
Diámetro medio (cm)	—		3,21	
Mortalidad (%)	12,23		7,5	
Coigüe puro a 2 x 2 m				
Total de individuos plantados	500		—	
Altura Total (m)	1,91		3,17	
Diámetro medio (cm)	—		4,08	
Mortalidad (%)	5,11		10,3	
Coigüe-Raulí a 2 x 2 m	Coigüe	Raulí	Coigüe	Raulí
Total de individuos plantados	526	490	—	—
Altura Total (m)	1,8	1,43	2,09	2,18
Diámetro medio (cm)	—	—	2,68	3,55
Mortalidad (%)	14,25	24,28	14,0	45

Fuente: Donoso *et al.* (1986); Donoso y Cortés (1987)

Mediciones realizadas a los cuatro años para estas plantaciones, señalan valores de crecimiento medio anual en altura de 89,31 cm para Coigüe puro a 1,5 x 1,5 m y de 92,56 cm a 2 x 2 m. En plantaciones mixtas los crecimientos para Coigüe son de alrededor de 77,76 cm y de 80,85 cm para Raulí (Donoso y Cortés, 1988).

Por otra parte Maureira (1995), evaluó las dos plantaciones puras de Coigüe localizadas en el sector Morrompulli y una plantación ubicada en el fundo Las Palmas de la Universidad Austral (Provincia de Valdivia). Esta última posee una superficie de 0,5 ha y una densidad inicial de 1.670 árb/ha (2 x 2). Las plantaciones de Morrompulli fueron establecidas usando dos espaciamientos diferentes (Cuadro 24).

CUADRO 24
ANTECEDENTES SOBRE LAS PLANTACIONES ESTUDIADAS

Plantaciones	Edad	Espaciamiento	Tipo planta	DCM* (cm)	Área basal (m ² /ha)	Volumen bruto (m ³ /ha)	Incremento volumen (m ³ /ha/año)	Altura total (m)
Las Palmas	18	2 x 3	1:2	18,5	26,8	198,4	11,02	19,1
Morrompulli 1	9	1,5 x 1,5	1:1	8,8	23,7	107,2	11,91	10,2
Morrompulli 2	9	2 x 2	1:1	10,2	19,6	81,3	9,03	10,6

Fuente: Maureira (1995)

* DCM: Diámetro cuadrático medio

En evaluaciones orientadas a conocer el comportamiento de estos rodales durante los 4 últimos años se determinó lo siguiente: En el sector Morrompulli 1 y 2 el incremento anual alcanza un promedio 18,02 m³/ha/año y el área basal 3,63 m²/ha/año, en las Palmas el incremento volúmetrico es de 22,97m³/ha/año y del área basal de 1,62 m²/ha/año.

Las plantaciones de Morrompulli y Las Palmas deberían ser sometidas a raleo a la edad actual, por ello se proyecta una intervención. En el Cuadro 25 se presentan los antecedentes originales de la plantación y la situación post-raleo teórica.

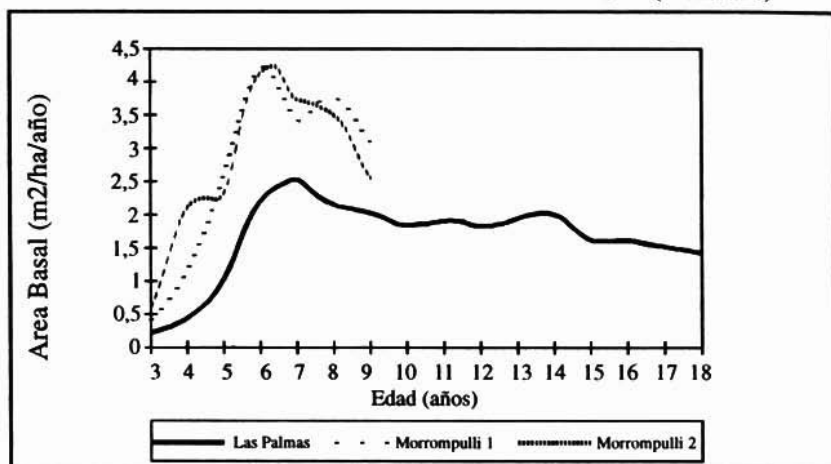
Este autor propone además para los rodales de Morrompulli, una segunda intervención entre los 13 y 15 años y para el sector de Las Palmas entre los 29 y 30 años, cuando la plantación tenga un diámetro medio de 29 cm y un área basal de 36,4 m²/ha.

CUADRO 25
ANTECEDENTES ANTES Y DESPUÉS DEL RALEO

Variable	Las Palmas		Morrompulli 1		Morrompulli 2	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Edad	18	18	9	9	9	9
Densidad (arb/ha)	999	542	3.881	2.483	2.389	1.420
DCM (cm)	18,5	20,7	8,8	9,1	10,2	10,6
Área basal (m ² /ha)	26,8	18,3	23,7	16,1	19,6	12,5
Volumen (m ³ /ha)	198,4	132,3	107,2	74,1	81,3	52,2
IMA	11,0	7,4	11,9	8,2	9,3	5,8

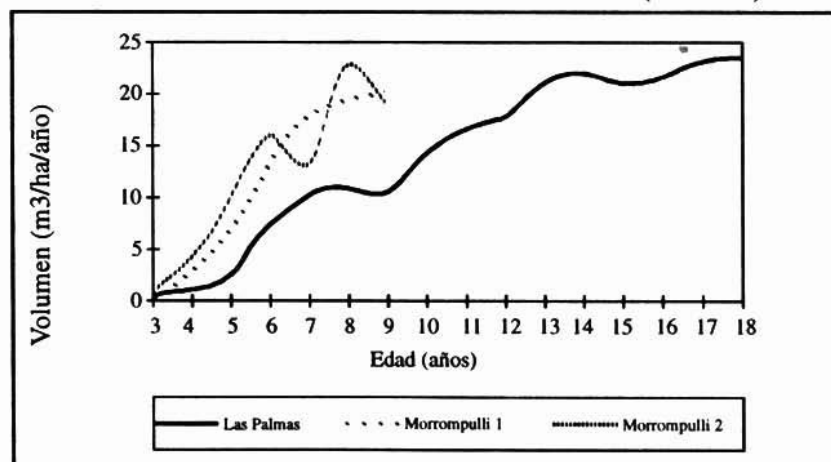
Fuente: Maureira (1995)

FIGURA 10
CRECIMIENTO ANUAL CORRIENTE EN ÁREA BASAL ($\text{m}^2/\text{ha}/\text{año}$)



Fuente: Maureira (1995)

FIGURA 11
CRECIMIENTO ANUAL CORRIENTE EN VOLUMEN ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$)



Fuente: Maureira (1995)

En términos más generales Donoso¹ (1996), recomienda asumir un crecimiento medio de $20 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ en la Cordillera de la Costa y de $25 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ en los Andes, para rotaciones de 35-40 años.

¹ Pablo Donoso 1996. Ingeniero Forestal. Instituto de Silvicultura, Valdivia. Comunicación personal

4.3.2 Tratamientos silviculturales

Donoso (1979), aconseja que al iniciar el establecimiento de plantaciones se tenga en cuenta la variabilidad natural de las especies, así como la posible existencia de híbridos.

Las hojas de *Nothofagus dombeyi* son apetecidas por el ganado vacuno, por lo que es fundamental excluir la plantación de la presencia de estos animales hasta que alcancen un tamaño tal que impida el ramoneo (*Op. cit.*).

Garrido (1981), describe los tratamientos silviculturales más apropiados para los tipos forestales de los bosques nativos de Chile.

4.3.2.1 Tipo forestal Coigüe - Raulí - Tepa

- *Tala rasa y repoblación artificial*: Aplicable a rodales degradados en calidad, densidad y composición de los árboles en pie, como consecuencia de cortas o incendios pasados. La repoblación se efectúa con las dos especies que compongan el dosel dominante.

- *Cortas sucesivas*: Cuando es necesario, se comienza eliminando algunos árboles tolerantes del dosel superior para favorecer la regeneración. En la corta semillera se extrae un 35 a 40% de los individuos; se eliminan el estrato dominado y el sotobosque arbustivo, este último sólo en el invierno anterior al año de buena semillación. Luego de algunos años, se efectúan dos cortas secundarias separadas por 4 ó 6 años, eliminando los árboles que cubran los manchones de regeneración recién instalada. La corta definitiva, se efectúa una vez que la regeneración alcanza el estado de brinzal y los espacios abiertos se replantan. Cuando la regeneración es reducida en número, se utiliza el método de repoblación artificial bajo abrigo, lográndose formar un sotobosque y la introducción de especies como Tepa y Mañío.

- *Cortas selectivas en bosquetes*: la repoblación se lleva a cabo en áreas elegidas (bosquetes), las cuales deben tener un diámetro aproximado de 1,5 a 2 veces la altura de los árboles que la circundan. En estas áreas se cortan los árboles del docel inferior para favorecer la producción y caída de las semillas. Paralelamente se actuará sobre el sotobosque, el cual se puede conservar temporalmente o disminuir si la producción de semillas es escasa. Se debe impedir la invasión de arbustivas indeseables (Quila, Maqui). Si fuera necesario se debe mullir el suelo y eliminar la vegetación herbácea que impida la regeneración. Ésta se instala en forma de manchas diseminadas y se completa con las semillaciones posteriores. Sobre estos grupos se debe practicar cortas secundarias y a lo mejor, una corta definitiva de los árboles originales. Alrededor de los bosquetes se continúan las cortas de semillación. Los espacios que no tienen regeneración se llenan mediante repoblación artificial.

4.3.2.2 Tipo forestal Roble - Raulí - Coigüe

• *Tala rasa con repoblación:* La regeneración puede provenir de plantaciones, con una densidad inicial de 3.000 plántulas por hectárea para llegar a los 10 años de efectuada a 1.500 árboles instalados. Con regeneración natural, se trata de obtener un mínimo de 3.000 plántulas por hectárea. Ésta se obtiene fácilmente de tocón en Roble y Raulí, pero para Coigüe se obtienen mejores resultados por semilla. Para ello, se debe exponer a las semillas al suelo mineral y seleccionar dos vástagos de tocón antes de los 5 años de ocurrida la retoñación; durante ese período, también debe plantarse las áreas no cubiertas para lograr una buena distribución de la regeneración. Se debe realizar, limpias y resguardo de la regeneración contra el daño ocasionado por animales, hasta el establecimiento definitivo del bosque. Los desechos de la cosecha deben ordenarse.

• *Regeneración por semilleros:* Se dejan 30 árboles por hectárea en grupos o árboles individuales bien distribuidos, acorde con la capacidad de dispersión de las semillas. La explotación del resto de las especies debe ser completa y se deberá realizar una remoción del suelo superficial para obtener una buena cama de semillas.

• *Cortas sucesivas:* Son muy similares a las descritas para el tipo forestal Coigüe - Raulí - Tapa, tratándose en este caso de aumentar la participación de especies tolerantes como Tapa, Lingue y Olivillo, junto con las intolerantes. La remoción del suelo no es necesaria cuando se trata de favorecer a las especies tolerantes. Su objetivo es llevar el bosque a la multietaneidad y combinar las especies intolerantes con Laurel, Tapa, Olivillo o Lingue, lo cual implica una transformación gradual de un rodal coetáneo a uno multietáneo, a través de la selección de algunos individuos de mayor diámetro y del raleo de las clases inferiores. Como se desea incrementar la regeneración de especies tolerantes, los árboles seleccionados para la cosecha serán aquellos que posean un diámetro límite y mayoritariamente correspondientes a las especies intolerantes. Los árboles intermedios o suprimidos, deben ser removidos para dar paso a la regeneración de las especies atractivas.

• *Bosques de baja densidad para uso silvopastoral:* En este caso se dejan árboles semilleros de diámetros mayores a 20 cm, aislados o en grupos que alcancen un área basal de 8 a 10 m²/ha, y se trata el resto de las áreas para establecer una pradera. Una vez que la regeneración alcance más de 2 m de altura se procederá a la corta de los semilleros.

4.3.3 Raleos

Nimmo (cit. por Donoso, 1989) recomienda raleos tempranos para evitar el crecimiento excesivo en altura en relación al diámetro.

Rocuant (1974), propone para renovales naturales efectuar un primer raleo entre los 10 y 15 años de edad, y para renovales manejados a partir de los 20 años a intervalos de 10 a 12 años, extrayendo el 30 a 35 % del área basal.

El mismo autor recomienda en el caso de plantaciones, en que el crecimiento es más rápido, realizar el primer raleo antes de los 10 años bajo condiciones de densidad relativamente alta y de buen sitio.

Según Garrido (1981) en el tipo forestal Coigüe - Raulí - Tepa, debe ralearse entre los 30 a 40 años, dependiendo de la condición de los rodales. Los raleos deben ser, en un comienzo, moderados con ciclos de corta de 6 a 8 años y si se realizan a los 50 ó 60 años deben ser más intensos, siempre conservando una proporción de Tepa en el dosel secundario para proteger la regeneración de las especies intolerantes. Los ciclos de corta en este caso deben ser de 10 a 12 años.

En el caso del tipo Roble - Raulí - Coigüe, se realizan entre los 20 y 60 años distanciados por 20 años como máximo, con el fin de seleccionar los mejores árboles para la futura cosecha de un volumen aserrable y lograr mejores condiciones de crecimiento. Se recomienda dejar una área basal no superior a 20 m²/ha.

Tal como se ha observado en otros estudios, se puede señalar que el momento óptimo para efectuar el primer raleo en renovales de *Nothofagus* es entre los 10 y 20 años (Donoso *et al.*, 1993).

La respuesta al primer raleo de parte de los renovales, en el área andina de las provincias de Cautín y Valdivia, en los 5 años posteriores, aumentó el crecimiento en diámetro sólo en un 6 %. La respuesta inmediata al raleo, en términos porcentuales, es mejor en los renovales desarrollados bajo dosel, al aumentar el crecimiento en DAP en un 10 %, comparado con renovales desarrollados a campo abierto, en que la respuesta inmediata es de sólo un 2%.

Se observa, además, que los mayores valores de crecimientos en DAP después del raleo se producen entre los años 5 a 9, en los renovales desarrollados a campo abierto, y entre los 7 y 11 años en los renovales desarrollados bajo dosel. En estos últimos, el crecimiento diamétrico anual periódico promedio del mejor período posterior al raleo llega a 1,12 cm y en los generados a campo abierto a 1,01 cm.

Los renovales sometidos a un segundo raleo incrementan en un 30 % el crecimiento en diámetro, respecto a los 5 años previos al primer raleo; en cambio el incremento después del primer raleo es de sólo un 4 % respecto del período previo al raleo (*Op. cit.*)

En plantaciones, al igual que para renovales, Donoso *et al.* (1993) señalan que la edad del primer raleo corresponde aproximadamente a los 10 años, momento

en el cual el crecimiento anual corriente comienza a disminuir, 6 a los 15 años aproximadamente si se decide efectuar el raleo cuando el crecimiento medio anual comienza a disminuir.

El primer raleo, en plantaciones con una densidad inicial de 2.500 árboles por hectárea, en ningún caso debería reducir la densidad a menos de 1.400 árboles por hectárea, ya que de otra forma se estaría subutilizando la capacidad del sitio (*Op. cit.*).

4.3.4 Podas

Para las especies nativas como los *Nothofagus*, la finalidad de la poda es prevenir el ataque de enfermedades en la base de las ramas caídas debido a causas naturales, y producir madera de buena calidad.

JICA (Japan International Cooperation Agency, 1993), recomienda para las regiones del Bío-Bío y Araucanía realizar la primera poda cuando el árbol alcanza los 10-12 m y hasta una altura no superior a los 4 m. La segunda poda se efectúa hasta los 8 m de altura, cuando el árbol ha alcanzado una altura mínima de 15-18 m, siempre que el objetivo de manejo sea la producción de madera aserrada.

Al respecto Donoso¹ (1996), señala que Coigüe presenta problemas de bifurcaciones (doble flecha) por lo cual debe plantarse a altas densidades, en caso contrario se recomienda corregir el problema con podas de formación tempranas (4-5 años).

¹ Pablo Donoso 1996. Ingeniero Forestal. Instituto de Silvicultura, Valdivia. Comunicación personal

5. PRODUCCIÓN

5.1 CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN

5.1.1 Características macroscópicas

Madera con banda marginal delgada, de color más claro, bien notoria y delimitada, siempre presente. Tiene un olor semejante al vinagre y posee estrías filamentosas zigzagueantes, en dirección longitudinal en la sección tangencial. Posee bandas longitudinales de tonos suaves rosados, verdosos y amarillentos pardos (Díaz-Vaz, 1979; 1987). Su albura es de color blanco-grisáceo y el duramen, blanco-rosado pálido, que se oscurece rápidamente después de cortada (Rodríguez *et al.*, 1983). Al respecto Bonnemann y Knigge (1969b), señalan que la albura, por regla general, es muy delgada y de color blancuzco pálido, en cambio el duramen es café-rojizo. La textura es fina y homogénea, y su veteado es suave (Díaz-Vaz, 1987).

Los anillos de crecimiento son visibles y bien diferenciados y delimitados, considerándose delgados (*Op cit.*).

Su gran cantidad de taninos produce una coloración negra en la superficie al entrar en contacto con el fierro (Bonnemann y Knigge, 1969b).

5.1.2 Características microscópicas

Los abundantes y pequeños poros que caracterizan el corte transversal no son visibles a simple vista. Estos vasos tienen en la madera temprana un diámetro medio del lumen de 50 μ y alcanza un número cercano a 90 por mm^2 . El parénquima leñoso es escaso y difuso en la madera sana. Las fibras libriformes son principalmente de paredes muy delgadas y tienen un diámetro medio de 20 μ con una proporción de pared de 10 a 50 % y un largo de entre 600-1.000 μ (Bonnemann y Knigge, 1969b).

En cambio, Díaz-Vaz (1987) señala que los vasos son pequeños, solitarios; una mayor proporción corresponde a poros múltiples, ordenados en filas radiales de 2 a 6 células. Siendo los primeros los más frecuentes. Sus diámetros oscilan entre 20 y 70 μ , y sus largos entre 0,4 y 0,7 mm. La cantidad de vasos por mm^2 fluctúa entre 50 y 162. Los vasos generalmente presentan tilosis: las placas de perforación son simples y las puntuadas opuestas. Generalmente presentan punteaduras escaleriformes.

Los radios leñosos son uniseriados y heterogéneos con 3 a 20 células de altu

ra. Presentan células erectas marginales, generalmente una en cada extremo, no siempre posible de diferenciar de las procumbentes en las secciones tangenciales. Son de curso sinuoso, desviándose en las cercanías de los vasos (*Op. cit.*).

Presenta contenidos bajos de cenizas, ácido silícico y pentosanas, así como también un bajo contenido de celulosa (Phrix-Werke Aktiengesellschaft, 1958).

Siebert e Izurieta (1973) determinaron la proporción volumétrica de los principales tipos de célula. Los resultados se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO 26
COMPOSICIÓN DE LA MADERA DE COIGÜE

Composición	%
Fibras	52,9
Pared	39,1
Lumen	13,8
Parénquima longitudinal	0,5
Radios	13,1
Vasos	33,6

Fuente: Siebert e Izurieta (1973)

5.1.3 Propiedades físicas

La durabilidad natural de la madera, se define en general como la propiedad que posee este material para resistir el ataque de los diferentes agentes destructores. Ensayos de durabilidad natural realizados en Concepción mediante estacas de Coigüe de 2" x 2" x 70 cm de largo, de 2 procedencias, tanto de albura como de duramen y enterradas verticalmente hasta una profundidad igual a la mitad de su largo, mostraron los siguientes resultados al cabo de 5 años de exposición en terreno (Cuadro 27).

CUADRO 27
ESTADO DE LAS ESTACAS DESPUÉS DE CINCO AÑOS

Tipo de madera	Total	Sin ataque		Atacados		Destruídos	
		Número	%	Número	%	Número	%
Albura	13	—	—	2	15	11	85
Duramen	13	—	—	6	16	7	54

Fuente: Bluhm *et al.* (1969)

La durabilidad natural de la madera es alta; entre 1 y 5 años en exteriores (Díaz-Vaz, 1987), presentando claras diferencias entre albura y duramen; así lo determinó una prueba de pérdida de masa en que se extrajeron tres tipos de probetas (Cuadro 28).

CUADRO 28
TABLA DE PÉRDIDA DE MASA PARA COIGÜE (%)

Hongo	A	D ₁	D ₂
<i>Coriolus versicolor</i>	45,1	21,1	27,3
<i>Coniophora puteana</i>	42,2	14,0	18,5
<i>Gloeophyllum trabeum</i>	18,6	3,0	5,7

Fuente: Juacida y Liese (1980)

A: albura

D1: duramen externo

D2: duramen interno

El Cuadro 29 presenta un resumen de la información sobre propiedades físicas de la madera de Coigüe.

CUADRO 29
PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE COIGÜE

Propiedad	Valores						Fuente
	Estado verde			Estado seco (humedad 12 %)			
Densidad (kg/m³)	Aparente	Básica	Anhidra	Aparente	Básica	Anhidra	Pérez, 1983
	1.038	515	652	663	594	640	
Durabilidad	Durabilidad: 3 Madera poco durable, de la cual se espera una vida útil superior a 1 año, pero inferior a 5, cuando están en servicio, sin tratamiento preservador, de una calidad comercial promedio, usada en contacto con el suelo, en condicones climáticas normales existentes en Chile						Pérez, 1983
Contracciones (%)	Desde el estado verde hasta 0% de contenido de humedad						
	Tangencial		Radial		Volumétrica		
	9,3		4,8		14,1		Pérez, 1983
	10,8		4,2		15,1		Inzunza, 1973 (albura)
	12,4		5,1		17,4		Inzunza, 1973 (duramen)
	12,6		5,6		17,5		Cuevas y Franco, 1967 (Malleco)
	12,9		5,7		17,9		Cuevas y Franco, 1967 (Llancacura)
	14,0		6,1		19,2		Cuevas y Franco, 1967 (Trafún)
Permeabilidad	Tratabilidad						Pérez, 1983
Sal o Preservante	Difícil de tratar R<120 kg/m³		Tratable 120<R<240		Fácil de Tratar R>240 kg/m³		
	Albura	Duramen	Albura	Duramen	Albura	Duramen	
Hidrosoluble tipo C.C.A.				X	X		
A base de Pentaclorofenol				X	X		
Creosota				X	X		

Fuente: Juacida y Liese (1980)

5.1.4 Propiedades mecánicas

Las principales propiedades mecánicas de la madera de Coigüe se presentan en el Cuadro 30.

CUADRO 30
PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA DE COIGÜE

Estado	Flexión			Tenacidad		Compresión Paralela			Compresión Normal		Tracción Normal	
	Tensión Límite proporcional	Módulo Rotura	Módulo Elasticidad	Tangencial Resistencia máxima	Radial Resistencia máxima	Tensión Límite proporcional	Tensión máxima	Módulo Elasticidad	Tensión Límite proporcional	Tensión máxima	Tangencial Tensión Rotura	Radial Tensión Rotura
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	N.cm	N.cm	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
Verde	324	525	86			195	250	98	51		60	
Verde	315	522	83			198	258	93	108	160	70	54
Verde	328	559	102			216	270	118	36		48	
Verde				3.187	3.641							
Verde	430	752	98				282				29	28
Verde	441	729	100				278				28	26
Verde	436	740	99				279			*	29	27
Verde	432	723					265	99				
12 %	530	810	105			256	467	118	95		80	80
12 %	515	776	106			244	453	112	92	198	96	66
12 %v	511	924	133			290	482	141	95		59	59
12 %				3.196	3.448							
12 %	698	1.226	129				621				39	38
12 %	609	1.135	129				548				39	31
12 %	653	1.180	129				586				39	33
12 %	624	1.085					548	118				
12 %		1.087					574					

Fuente: Juacida y Liese (1980)

Cuadro 30 / PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA DE COIGÜE (continuación)

Estado	Dureza		Cizalle		Clivaje		Extracción de clavos		Fuente
	Normal Carga máxima	Paralela Carga máxima	Tangencial Tensión Rotura	Radial Tensión Rotura	Tangencial Tensión Rotura	Radial Tensión Rotura	Tangencial carga máxima	Radial Carga máxima	
	kg	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm	kg/cm	
Verde	380	405	80						Torricelli, 1941
Verde	397	394	98	75	75	65			IDIEM (cit. Pérez, 1983)
Verde	361	364	83		70				Pérez, 1983
Verde									Pérez, 1983
Verde	330	372	52	55	22	19	114	72	Llancacura, Donoso y Navarrete, 1969
Verde	284	338	45	38	19	17	104	75	Trafún, Donoso y Navarrete, 1969
Verde	308	355	48	47	21	18	108	74	Llancacura-Trafún, Donoso y Navarrete, 1969
Verde			56	48					Cuevas y Donoso, 1967
12 %	450	500	130						Torricelli, 1941
12 %	431	491	126	96	122	78			IDIEM (cit. Pérez, 1983)
12 %	439	521	132		80				Pérez, 1983
12 %									Pérez, 1981
12 %	464	599	54	57	29	26	114	80	Llancacura, Donoso y Navarrete, 1969
12 %	331	479	54	48	26	20	110	87	Trafún, Donoso y Navarrete, 1969
12 %	392	535	55	51	27	23	112	84	Llancacura-Trafún, Donoso y Navarrete, 1969
12 %			56	50					Cuevas y Donoso, 1967
12 %									Norambuena, 1967

Fuente: Juacida y Liese (1980)

Petit y Pérez (1969), ensayaron la resistencia de la madera de Coigüe a la extracción de clavos de distintas pulgadas de largo. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 31.

CUADRO 31
INFLUENCIA DEL DIÁMETRO Y DE LA DENSIDAD DE LA MADERA DE COIGÜE SOBRE
LA RESISTENCIA A LA EXTRACCIÓN DIRECTA

Humedad (%)	Densidad kg/m ³	Resistencia a la extracción media kg/cm según largo del clavo					
		1"	1,5"	2"	2,5"	3"	4"
12,9	630	29,5	33,2	49	60	71,7	87,8

Fuente: Petit y Pérez (1969)

Pérez (1982a), determinó las propiedades físicas y mecánicas asociadas a tableros de contrachapado de fabricación nacional: para ésto realizó ensayos de flexión estática, compresión, tracción, tenacidad, cizalle e impacto en tableros de 4 espesores distintos. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 32.

CUADRO 32
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS ASOCIADAS A TABLEROS DE
CONTRACHAPADOS

Propiedad		Unidad	Número de Láminas del Tablero			
			3	6	5	7
Propiedades físicas	Contenido de humedad	%	10,8	11,3	11,5	10,9
	Densidad aparente	kg/m ³	604,6	564,0	620,2	640,8
	Densidad básica	kg/m ³	545,4	508,3	560,4	593,8
	Densidad anhidra	kg/m ³	564,2	533,0	588,0	609,0
Flexión estática	Módulo de ruptura paralelo	kg/m ²	531,8	458,6	378,4	416,7
	Módulo de ruptura normal	kg/m ²	277,2	421,9	655,0	451,6
	Módulo de elasticidad paralela	ton/cm ²	83,1	71,4	45,4	52,1
	Módulo de elasticidad normal	ton/cm ²	16,4	27,4	62,4	49,3
Compresión	Tensión máxima paralela	kg/cm ²	252,1	166,3	250,5	207,1
	Tensión máxima normal	kg/cm ²	251,1	288,7	317,6	241,2
Tracción	Tensión máxima paralela	kg/cm ²	456,1	260,2	308,2	355,6
	Tensión máxima normal	kg/cm ²	391,4	554,7	393,1	310,8
Flexión dinámica (Tenacidad)	Resistencia a la ruptura paralela	N cm	91,1	147,6	394,0	1.260,9
	Resistencia a la ruptura normal	N cm	116,2	205,9	268,8	914,2

Cuadro 32 / PROP. FÍSICAS Y MECÁNICAS EN CONTRACHAPADOS (continuación)

Propiedad		Unidad	Número de Láminas del Tablero			
			3	6	5	7
Cizalle (Rolling shear)	Tensión máxima paralela	kg/cm ²	14,1	11,5	29,2	16,4
	Tensión máxima normal	kg/cm ²	20,4	25,8	15,1	25,1
Cizalle (Panel shear)	Tensión máxima	kg/cm ²	12,8	9,3	8,9	6,7
Impacto	Resistencia máxima	mm	105,3	201,3	631,3	1.883,3

Fuente: Pérez (1982a)

Estudios realizados por Madrid *et al.* (1987), sobre las variaciones de las propiedades mecánicas de madera de Coigüe colapsada, señalan que el colapso trae como consecuencia un encogimiento excesivo de las fibras, ocasionado por la deformación de las paredes celulares. Se verifica una contracción mayor de lo normal en todas las direcciones. Los resultados obtenidos se observan en el Cuadro 33.

CUADRO 33
PROPIEDADES MECÁNICAS DE COIGÜE COLAPSADO

Propiedad		Unidad	Estado verde	Con colapso	Sin colapso	Seco (12%)
Flexión estática	Tensión límite proporcionalidad	kg/cm ²	324,8	419,4	256,7	553,0
	Módulo de rotura	kg/cm ²	564,0	626,0	453,4	993,7
	Módulo de elasticidad	ton/cm ²	93,9	83,4	82,3	125,3
Tenacidad	Resistencia tangencial	N. cm	2.493,9	2.947,2	3.287,4	2.744,6
	Resistencia radial	N. cm	2.249,6	2.972,8	3.764,0	2.826,7
Compresión paralela	Tensión límite proporcionalidad	kg/cm ²	144,8	229,3	236,7	315,7
	Tensión máxima	kg/cm ²	228,7	286,5	239,0	495,8
	Módulo de elasticidad	ton/cm ²	112,3	171,5	239,6	138,5
Compresión normal	Tensión límite proporcionalidad	kg/cm ²	41,0	83,3	69,4	74,2
	Tensión máxima	kg/cm ²	111,8	98,5	102,2	147,5
Cizalle	Tensión rotura tangencial	kg/cm ²	86,7	90,0	67,8	115,7
	Tensión rotura radial	kg/cm ²	75,6	95,4	58,7	107,0
Clivaje	Tensión rotura tangencial	kg/cm	60,0	91,4	56,8	70,4
	Tensión rotura radial	kg/cm	53,9	54,3	39,0	58,0

Cuadro 33 / PROPIEDADES MECÁNICAS DE COIGÜE COLAPSADO (continuación)

Propiedad		Unidad	Estado verde	Con colapso	Sin colapso	Seco (12%)
Tracción normal	Tensión rotura tangencial	kg/cm ²	51,7	73,4	51,8	58,9
	Tensión rotura radial	kg/cm ²	44,1	49,0	42,7	43,5
Dureza	Resistencia normal a la fibra	kg	402,0	380,4	295,5	454,4
	Resistencia paralela a la fibra	kg	320,7	481,9	310,4	542,0
Extracción de clavos	Resistencia normal a la fibra	kg	106,2	102,7	52,3	121,4
	Resistencia paralela a la fibra	kg	56,6	175,1	98,4	78,5

Fuente: Madrid *et al* (1987)

5.1.5 Secado e impregnación

5.1.5.1 Secado

Estudios realizados en Valdivia referentes a problemas ocurridos en el secado de Coigüe, demostraron que el colapso es una de las mayores causas de pérdidas durante el secado, y que alrededor de la mitad de los defectos (deformaciones) se pueden eliminar en parte mediante el reacondicionamiento, lo que resulta en un mejoramiento considerable de la calidad de la madera (Kauman y Mittak, 1964).

Estos mismos autores en 1966, realizaron experiencias en secado de Coigüe evaluando nueve programas de secado, de los cuales uno fue enteramente al aire; cuatro parcialmente al aire seguidos de un secado artificial y cuatro programas en secador. El material experimental correspondió a probetas de 1 x 6" y 1,1 m de largo.

Los resultados determinaron que para la zona de Valdivia el secado al aire, desde verde hasta alcanzar aproximadamente un 10 % de humedad, requiere de 8-9 meses, necesitando unos 9 días de secado artificial. Un secado hasta un 25 % de humedad necesitó 6-7 meses, completándose el proceso en secador durante 3 días. Además señalan que no se debe sobrepasar los 60°C antes de que la humedad de todas las tablas, inclusive al interior, haya bajado un 30 %. Además se recomienda el empleo de un reacondicionamiento con vapor, una vez finalizado el secado.

Al respecto, Rosende y Bluhm (1966) señalan la validez de las recomendaciones expuestas por Kauman y Mittak (1966) para el secado de Coigüe, basados en diversos ensayos efectuados en probetas pequeñas, aplicables a tablas de largo comercial (3 m). El reacondicionamiento con vapor permite excelentes resultados, pues el colapso se elimina casi integralmente, lográndose un notable aumento de las dimensiones útiles de la madera (Juacida, 1969).

El secado del Coigüe se hace cada vez más lento si se aumenta la escuadría, como durmientes y basas. Se ha comprobado que en la provincia de Valdivia, el tiempo de secado natural en estas escuadrías es de 16 a 18 meses (Juacida, 1975).

El secado por deshumificación, comenzó a difundirse a partir de la década de los 70, como una alternativa para minimizar los costos de operación de secadores tradicionales, debido al continuo incremento en los precios de los combustibles y a la alta inversión inicial en equipos (Cubillos *et al.*, 1987).

Defectos de secado típico, como se mencionó anteriormente, lo constituyen el colapso y las deformaciones por la aparición de fuertes tensiones internas, pudiendo ser controladas solamente con técnicas especiales de vaporizado. Debe tenerse presente que los equipos de secado por deshumificación, no tienen la posibilidad de efectuar vaporizados para minimizar el efecto del colapso o eliminar la presencia de tensiones internas (*Op. cit.*).

Los resultados obtenidos por estos autores, al aplicar técnicas de secado por deshumificación señalan tiempos de secado de 64 días, para disminuir el contenido de humedad de 147 % a 12,9 %, lo que comparado con los 28 días empleados en un secado convencional significa una relación de tiempo 2,3 veces inferior.

Peredo y Figueroa (1992) aplicaron un programa de secado artificial para la madera de Coigüe de 1" de espesor, pretratada mediante inmersión en agua a 70° C durante 48 horas; utilizaron un programa de secado en base al contenido de humedad, para evaluar en forma técnica la calidad del secado de la madera tratada.

El programa de secado (Cuadro 34) resultó ser de regular calidad, ya que se observaron algunos defectos tales como; grietas en los extremos, torceduras.

En términos generales, la desclasificación se debió más a una alta frecuencia de los defectos que a una alta intensidad de éstos.

No se apreció un cambio significativo en la calidad al aplicar el pretratamiento. Sí se notó una apreciable disminución de los tiempos de secado, reduciéndose éste en promedio aproximadamente en un 35%. Además de obtener una reducción bastante significativa en el colapso residual de las piezas.

CUADRO 34
PROGRAMA DE SECADO UTILIZADO

HM	TS	Th	t	Hr
Verde	45	43	2	90
80	50	47	3	85
40	60	55	5	77
30	60	54	6	73
20	65	59	6	75
17*	65	58	7	68,5
10				

Fuente: Peredo y Figueroa (1992)

HM: Humedad promedio de la madera en %

TS: Temperatura del bulbo seco en °C

Th: Temperatura del bulbo húmedo en °C

t: Diferencia psicométrica

* Se aplica reacondicionamiento durante 3-4 horas dependiendo de la intensidad del colapso mediante vapor saturado a 100 °C.

INFOR (1994a), probó con un programa de secado para Coigüe (Cuadro 35), en una secador de tipo convencional, con resultados insatisfactorios, a causa de una alta presencia de encorvadura como defecto del secado. Se recomienda incluir una etapa de reacondicionamiento con vapor saturado a alta temperatura, para reducir estos defectos.

CUADRO 35
PROGRAMA DE SECADO PROPUESTO POR INFOR

Humedad	T.B.S.	T.B.H.	Tiempo
Calentamiento	45	44	08
Verde	45	43	48
80	50	47	103
40	55	50	76
30	57	50	47
20	60	53	197

Fuente: INFOR (1994a)

Humedad: Humedad promedio de la madera en (%)

T.B.S.: Temperatura del bulbo seco en °C

T.B.H.: Temperatura del bulbo húmedo en °C

Tiempo: Horas de aplicación de las condiciones de secado

Este informe señala también, que el secado de Coigüe requiere de una etapa de reacondicionamiento con vapor saturado a alta temperatura, para reducir los defectos del secado (*Op cit.*).

5.1.5.2 Impregnación

La albura se considera fácil de impregnar. El duramen presenta gran contenido de tilosis por lo cual es muy difícil de impregnar incluso con métodos de presión (Bonnemann y Knigge, 1969b).

En Chile se han usado dos sales hidrosolubles para la impregnación de durmientes de Coigüe: *Thanalith* y *Tancas C*. Para ésto, se ha comprobado que es fundamental realizar un tratamiento con vapor en durmientes de Coigüe, previo a su impregnación, siendo conveniente la aplicación de éste con temperaturas de $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 6 horas. El tiempo de impregnación dura aproximadamente 18 horas (Juacida, 1975).

El uso de estas sales, en zonas de alta pluviometría implica un riesgo de lixiviación con el transcurso del tiempo, sobre todo con sales de lenta fijación. Debido a ésto existe la posibilidad de impregnar Coigüe mediante un doble proceso. La primera etapa consiste en una impregnación en sales hidrosolubles (6 kg/m^3) y la segunda, una impregnación moderada con creosota ($30\text{-}40 \text{ l/m}^3$), obteniéndose de esta manera buenos resultados pero con un tiempo de duración del tratamiento mayor (*Op. cit.*).

Juacida (1973) realizó ensayos para determinar la duración de la efectividad de dos impregnantes, empleando dos preservantes: Creosota y Basilit al 3 %. Después de 10 años, las estacas de Coigüe sin impregnar mostraron un deterioro moderado, ubicándose dentro de la escala de durabilidad natural como moderadamente durable. En relación a las estacas impregnadas con sales Basilit, se observó un deterioro promedio moderado, siendo los niveles de retención bastante bajos ($1,62 \text{ kg/m}^3$) y aproximadamente un 30 % de las estacas desaparecieron. Las estacas impregnadas con Creosota no presentaron alteración alguna, con un nivel promedio de absorción de $122,6 \text{ l/m}^3$.

Estudios realizados por Donoso y Manríquez (1978) en impregnación al vacío de maderas refractarias como Coigüe, previo vaporizado, mostraron que para espesores de 2,5 cm, el mejor tratamiento es la combinación de un vacío inicial de 37,5 cm de Hg, durante 30 minutos y una presión de 10 kg/cm^2 con un tiempo de 2 horas y de 4 horas para espesores de 5 cm. Vacíos iniciales moderados, empleados durante tiempos relativamente largos, resultan más efectivos que vacíos elevados con tiempos cortos.

Ensayos de permeabilidad realizados en maderas de Coigüe, en sentido paralelo a las fibras, con tres preservantes (Creosota, Pentaclorofenol y una sal hidrosoluble

C.C.A.) clasificó al duramen de esta especie como tratable (retención entre 120 y 240 kg/m³), con los tres tipos de preservantes utilizados y la albura como fácilmente tratable (retenciones mayores a 240 kg/m³) (Pérez, 1982b).

5.1.6 Pretratamientos de la madera

Díaz-Vaz y Poblete (1989), analizaron la posibilidad de innovar el proceso de producción para la fabricación de piezas de muebles. Para esto investigaron la posibilidad de mejorar el procesamiento de la madera, mediante la aplicación de pretratamientos extractivos con agua fría y caliente, que se ejecutan antes del secado. Para ello, sometieron durante tiempo controlado madera aserrada de Coigüe de una pulgada de espesor, a este pretratamiento en la X Región. Paralelo a esto se mantuvieron muestras testigos que no fueron almacenadas bajo agua. La madera seleccionada se encontraba en un estado aceptable y acorde con las exigencias para fabricación de muebles.

Los resultados obtenidos señalan que las muestras tratadas con agua caliente y agua fría incrementaron su humedad pero no significativamente, siendo ésta mayor en el caso de madera pretratada con agua caliente. Además, no se observaron cambios significativos en la densidad básica o en la anhidra, así como tampoco en la contracción dimensional de las maderas antes y después de los pretratamientos.

En el tratamiento con inmersión en agua caliente se detectaron cambios significativos en la cantidad de extraíbles, lo cual indicaría que puede producir cambios en la composición química de la madera. La inmersión produjo un cambio en la coloración superficial de la madera, la que puede ser eliminada con un cepillado o un lijado.

El tiempo de secado requerido por la madera sometida a tratamiento de agua caliente, fue de 37 días para alcanzar un contenido de humedad de 18 %, en cambio el testigo y el tratamiento con agua fría tardaron más de 100 días en alcanzar este porcentaje.

Los pretratamientos afectaron principalmente la clasificación de la madera en cuanto a la presencia de rajaduras y acanaladuras. En ambos casos la inmersión aumentó la presencia de los defectos.

5.2 PRODUCCIÓN NACIONAL

En Chile continental existe aproximadamente una superficie de 13,5 millones de hectáreas de bosque nativo, de las cuales 2.969.000 ha corresponden a situaciones donde se encuentra presente Coigüe (CONAF/CONAMA/BIRF, 1997).

El destino más importante de la cosecha del bosque es la industria del aserrío (INFOR, 1995).

En 1990 se extrajeron 174,9 mil m³ en trozos y 208,8 mil m³ en 1993, siendo la producción de madera aserrada para esos años de 73,6 mil m³ y 91,1 mil m³ respectivamente.

La producción de madera aserrada de Coigüe, representó para 1990 el 2,2 % del total nacional de todas las especies, y el 3,0 % para 1993.

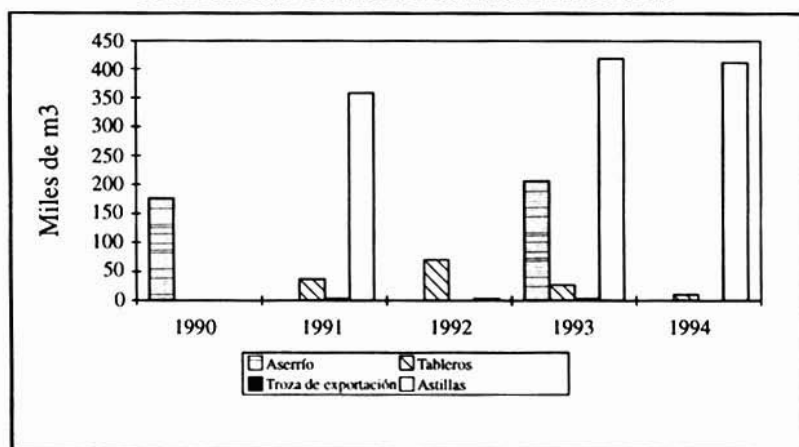
El consumo de madera de Coigüe en la industria de tableros ha ido disminuyendo en los últimos años, no así su utilización en astillas en la cual se observa un fuerte incremento (67%), si se compara su participación el año 1990 con 1994 (Cuadro 36).

CUADRO 36
CONSUMO INDUSTRIAL DE MADERA DE COIGÜE (miles de m³)

Producto	Año				
	1990	1991	1992	1993	1994
Aserrio	174,9	—	—	208,8	—
Tableros	—	36,3	73,4	27,3	14,0
Troza de exportación	—	2,0	—	2,0	—
Astillas	248,5	361,1	3,5	422,7	417,1

Fuente: INFOR (1995)

FIGURA 12
CONSUMO INDUSTRIAL DE MADERA DE COIGÜE



Fuente: INFOR (1995)

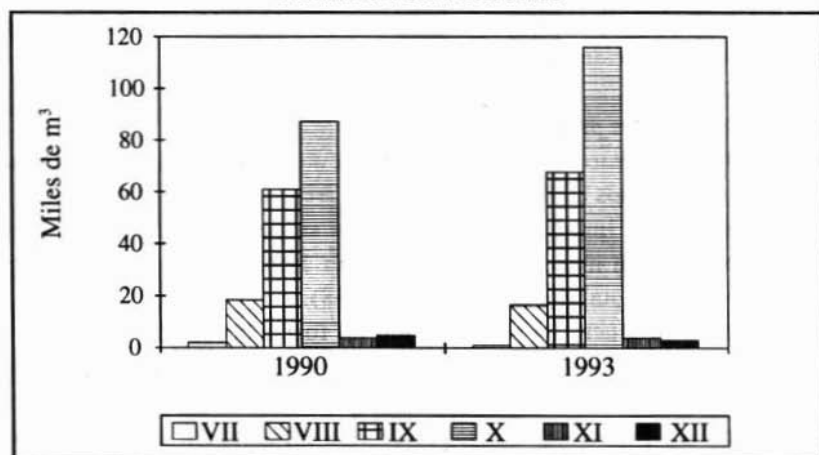
La producción más importante de madera aserrada se originó en la X Región, la cual aportó el 51 % en 1990 y el 57 % en 1993 (Cuadro 37). Otras regiones participantes en orden de importancia fueron: la IX Región que aportó el 34 % y el 32,4 % para 1990 y 1993 respectivamente. Para igual período la VIII Región representó el 10 y 8 % respectivos. Finalmente la VII Región, contribuyó a la producción nacional con el 0,4 % y el 0,2 % para 1990 y 1993 respectivamente (Figura 13).

CUADRO 37
CONSUMO DE MADERA DE COIGÜE EN LA INDUSTRIA DE
ASERRÍO POR REGIONES (miles de m³)

Región	Año 1990	Año 1993
VII Región	0,69	0,46
VIII Región	18,30	17,00
IX Región	60,90	68,80
X Región	87,80	117,20
XI Región	3,08	3,40
XII Región	4,25	2,50

Fuente: INFOR (1995)

FIGURA 13
CONSUMO DE LA MADERA DE COIGÜE EN LA INDUSTRIA DE
ASERRÍO POR REGIONES



Fuente: INFOR (1995)

5.3 PRODUCCIÓN INTERNACIONAL

Grosse (1989) señala que se visualiza un gran futuro para las especies nativas, dada la gran presión que existe contra la explotación de los bosques tropicales y la creciente escasez de madera de latifoliadas.

Huss cit. Herrera (1992) también afirma que existe un aumento de la demanda mundial por madera de latifoliadas, cuyo valor relativo aumenta respecto del de coníferas.

Naciones productoras del sudeste asiático (Tailandia, Filipinas, Papúa Guinea), están restringiendo la explotación de sus bosques y limitando la exportación de trozas de madera aserrada y en bruto. Estas restricciones, responden básicamente a una mayor industrialización de los países que producen maderas tropicales; también a fuertes presiones mundiales para proteger el ambiente y preservar los recursos naturales.

Ante esta situación, la disponibilidad de recursos de Chile frente al mundo permite constatar que Chile, Nueva Zelandia y Australia son los únicos países en el hemisferio sur que tienen bosques de clima templado, que pueden ofrecer maderas duras a los países de mayor consumo de este producto en el mundo, como son los del hemisferio norte y China, Japón, Corea del Sur y Taiwan en la cuenca del Pacífico (*Op. cit.*).

5.4 EXPORTACIONES FORESTALES DE COIGÜE

Las exportaciones forestales de productos a base de Coigüe ascendieron en 1994 a US\$ 3,6 millones, cifra que representó el 0,2 % del total de la exportación forestal nacional (INFOR, 1995).

Para 1990, el retorno fue de US\$ 5,3 millones, valor que fue un 33 % superior respecto al del año anterior, representando una participación del 0,6 % en el total nacional exportado por este sector (*Op. cit.*).

- **Principales productos exportados:**

En 1990 se exportaron 19 productos diferentes, tendencia que se ha mantenido los últimos cuatro años (INFOR, 1995).

El producto más importante, en cuanto a su permanencia en el mercado y montos de retorno, es la madera aserrada que en 1990 reportó el 34 % y en 1994 representó el 54 % del total exportado (Cuadro 38).

Ningún otro producto ha permanecido en forma sostenida en el mercado en los últimos cinco años. No obstante, al inicio de este período la exportación de productos manufacturados como mangos para herramientas, representó el 43 % del retorno total percibido por la exportaciones de esta especie; sin embargo en los años siguientes sus retornos fueron decreciendo hasta desaparecer finalmente en 1994.

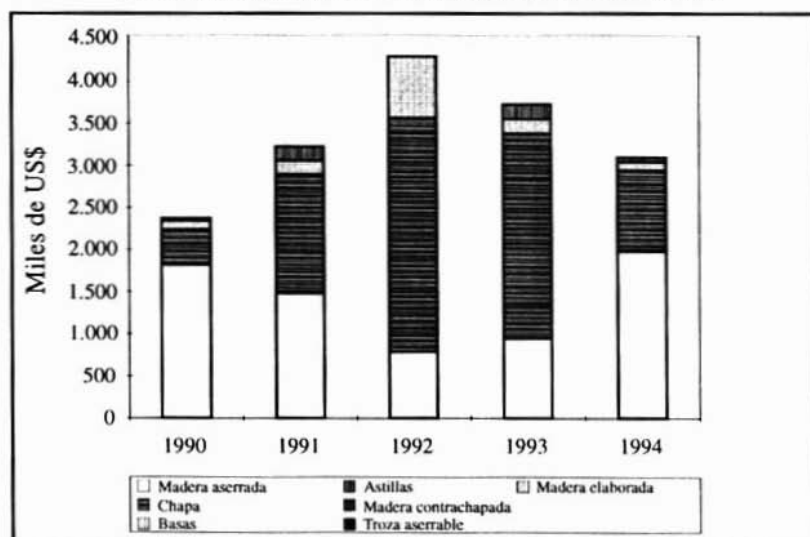
Respecto a productos secundarios y de uso final, como muebles y artículos de ornamentación, si bien se han realizado despachos periódicos, se trata de pequeños volúmenes casi a nivel de muestra (INFOR, 1995).

CUADRO 38
PRINCIPALES PRODUCTOS DE COIGÜE EXPORTADOS (Miles US\$)

Producto	1990	1991	1992	1993	1994
Troza aserrable	8,9	163,2	3,8	167,3	5,2
Chapa	80,5	153,3	5,6	170,7	107,9
Madera aserrada	1.801,4	1.463,6	772,0	933,1	1.938,4
Madera contrachapada	426,6	1.403,0	2.779,1	2.408,3	—
Basas	—	—	2,0	—	8,3
Madera elaborada	25,3	0,3	—	—	17,5
Astillas	—	—	685,8	—	—

Fuente: INFOR (1995)

FIGURA 14
PRINCIPALES PRODUCTOS DE COIGÜE EXPORTADOS



Fuente: INFOR (1995)

5.5 PRECIOS

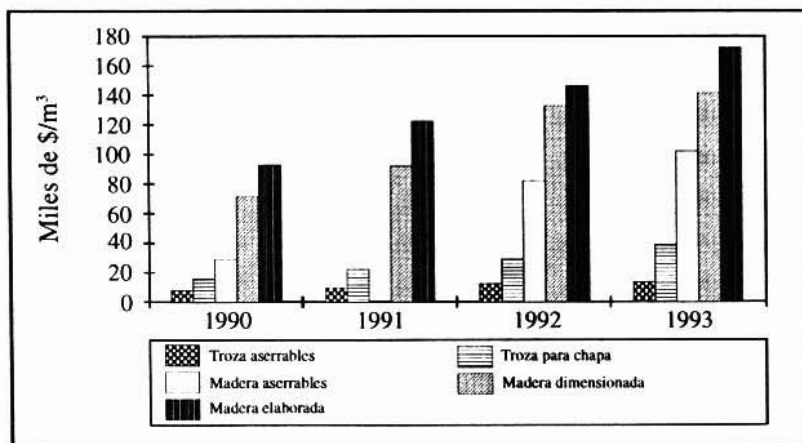
El Cuadro 39, resume los precios nominales de las trozas de diferentes productos de Coigüe en el mercado interno, y agrega como referencia la madera dimensionada. El año 1994 constituye un buen año base, ya que representa la tendencia de los precios de los últimos años (*Op. Cit.*).

CUADRO 39
PRECIOS NOMINALES DE COIGÜE EN EL MERCADO INTERNO POR PRODUCTO
(Valor \$/m³)

Productos (Trozas)	Años				
	1990	1991	1992	1993	1994
Pulpable	7.500	10.100	11.000	11.700	11.700
Aserrable	7.700	10.120	13.860	14.960	15.840
Chapas	14.960	23.100	29.700	38.500	48.400
Madera dimensionada	66.866	67.396	83.282	119.398	119.339

Fuente: INFOR (1995)

FIGURA 15
PRECIOS NOMINALES DE COIGÜE EN EL MERCADO INTERNO



Fuente: INFOR (1995)

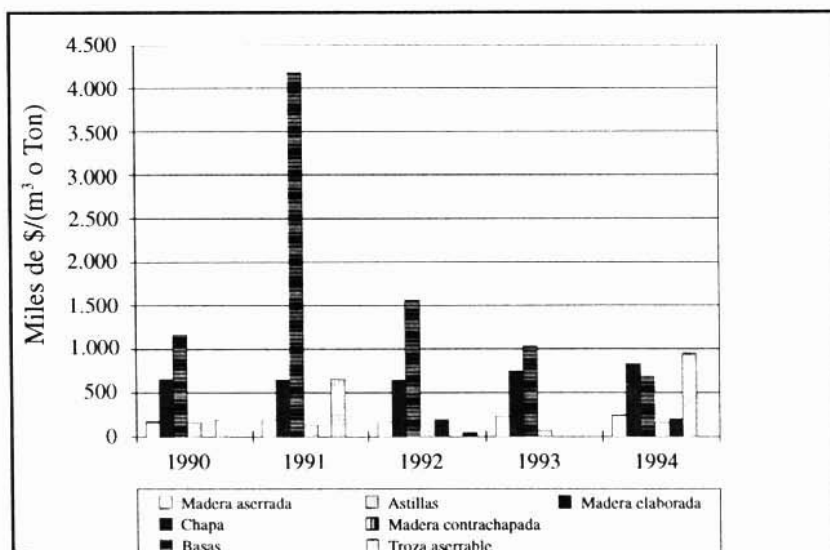
Los precios nominales de la madera de Coigüe en el mercado externo se detallan en el Cuadro 40. Como se puede apreciar, los productos tales como madera elaborada y chapas alcanzan un alto valor, por lo que se debería apuntar hacia ese tipo de productos (*Op. Cit.*).

CUADRO 40
PRECIOS NOMINALES DE COIGÜE EN EL MERCADO EXTERNO POR PRODUCTO
(Valor US\$/m³)

Producto	Años				
	1990	1991	1992	1993	1994
Troza aserrable (m ³)	167,4	127,3	88,0	74,4	159,7
Chapa (t)	1.163,5	4.193,3	1.566,9	1.032,9	686,1
Madera aserrable (m ³)	171,6	183,1	170,1	235,0	230,1
Madera contrachapada (t)	660,2	649,0	640,8	725,6	824,1
Basas (m ³)	—	—	190,0	—	204,7
Madera elaborada (m ³)	181,6	656,1	—	—	947,0
Astillas (t)	—	—	42,1	—	—

Fuente: INFOR (1995)

FIGURA 16
PRECIOS NOMINALES DE COIGÜE EN EL MERCADO EXTERNO



Fuente: INFOR (1995)

El Coigüe, tiene su equivalente en otras especies que son importadas por los principales mercados de los países que se mencionan a continuación:

- Países bajos:
Fagus sylvatica (Haya europea),
Araucaria angustifolia (Pino paraná)
- Alemania:
Fagus sylvatica (Haya europea),
Araucaria angustifolia (Pino paraná).
Shorea sp (Meranti rojo),
Parashorea sp (Lauan virolla),
Gonystylus bancanus (Ramin)
- Estados Unidos:
Gonystylus sp. (Ramin africana)

5.6 USOS DE LA MADERA DE COIGÜE

Sus usos más corrientes son: estructuras en obra gruesa de construcciones, basas para puentes, muelles, estanques y silos, tonelerías, y otros (Rodríguez, 1969; Rodríguez *et al.*, 1983). En viviendas se le emplea como estructuras, pisos, parquet, puertas, ventanas, molduras, revestimientos de interiores y gradas de escaleras. En la industria de tableros son muy apreciadas sus chapas rebanadas, las que se emplean en mueblería y revestimientos; también se usa en tableros contrachapados, de partículas y madera terciada. Es muy empleada como durmiente; también como madera sólida en la fabricación de juguetes, muebles, cajones y mangos de herramientas, artículos deportivos e instrumentos (Díaz-Vaz, 1987).

6.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

6.1 ANTECEDENTES

6.1.1 Crecimiento esperado

En Chile no existe una tabla de rendimientos de plantaciones artificiales de Coigüe por sitio, pero se estima que éste presenta crecimientos mayores a los observados en Roble y Raulí (Donoso *et al.*, 1993). Debido a esto se utilizó una tasa de crecimiento medio anual de 20 m³/ha/año para plantaciones ubicadas en la Cordillera de la Costa y de 25 m³/ha/año para aquellas situadas en la Cordillera de los Andes (Donoso¹, 1996).

Se analizó la información sobre plantaciones de Coigüe en la Cordillera de la Costa proporcionada por Maureira (1995) y por Donoso *et al.* (1993) para la Cordillera de los Andes. Estos datos fueron ajustados obteniéndose las siguientes funciones:

• Cordillera de la Costa:

$$V = 0.006066 + 0.000032 \cdot \text{DAP}^2 \cdot \text{Ht} \quad \text{Ht} = 10.7539 + 0.4628 \cdot \text{DAP}^2$$

Donde: V = Volumen total sin corteza (m³ssc)
DAP = Diámetro a la altura del pecho (cm)
Ht = Altura total (m)

• Cordillera de los Andes:

$$V = 0.006376 + 0.0000332 \cdot \text{DAP}^2 \cdot \text{Ht} \quad \text{Ht} = 9.8901 + 0.43615 \cdot \text{DAP}^2$$

Donde: V = Volumen total sin corteza (m³ssc)
DAP = Diámetro a la altura del pecho (cm)
Ht = Altura total (m)

6.1.2 Rotación

En el presente análisis se evaluarán plantaciones con rotaciones de 40 años, para ambas zonas de crecimiento; orientada a la producción de madera debobinable, aserrable y pulpable para zonas de crecimientos de 25 m³/ha/año, y aserrable y pulpable para las de 20 m³/ha/año.

¹ Pablo Donoso 1996. Ingeniero Forestal. Instituto de Silvicultura, Valdivia. Comunicación personal

6.2 MARCO DE EVALUACIÓN

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

Para examinar el rango de posibilidades en el cual se mueve esta inversión la evaluación consideró tres escenarios:

Escenario I: Costos bajos de establecimientos, manejo y administración, y precios altos de los productos

Escenario II: Costos y precios probables.

Escenario III: Costos altos de establecimientos, manejo y administración y precios bajos de los productos.

Estos mismos escenarios se evaluaron con bonificación forestal y sin ella, a fin de analizar las variaciones producidas en el flujo de fondos, atribuibles al reembolso del 75 % de los costos de establecimiento, administración y de las dos primeras podas.

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

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

donde:

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

El VES se interpreta como el precio máximo a pagar por el suelo. Si el VES para el proyecto resulta mayor que el valor comercial del suelo, entonces conviene ejecutar el proyecto en ese terreno. Si al contrario, el VES del proyecto resulta menor que el valor comercial, conviene otro proyecto para ese terreno.

Se consideraron tres tasas de actualización: 6, 8 y 10 %, las que se determinaron según el tipo de inversionista: grande, mediano y pequeño, respectivamente.

6.3 ANTECEDENTES BÁSICOS

6.3.1. Indicadores económicos

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

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

Dólar observado (US\$) :\$ 405,76

6.3.2 Valor de la jornada de trabajo

Los criterios para determinar el valor de la jornada de trabajo, para los distintos escenarios evaluados fueron los siguientes:

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

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

CUADRO 41
VALOR BRUTO DE LA JORNADA DE TRABAJO (\$/jor)

Escenario I	Escenario II	Escenario III
(Costo bajo)	(Costo medio)	(Costo alto)
\$2.454	\$3.681	\$4.908

6.4 COSTOS DIRECTOS

6.4.1 Costos de establecimiento

Incluye los costos de reducción de desechos, de preparación de suelos, los costos de plantación, los insumos tales como plantas de vivero, fertilizantes, control de malezas y materiales de cerco. Éstos se encuentran detallados en el Anexo III.

6.4.2 Costos de manejo

Incluye la realización de desbroce, podas y raleos (Anexo III). El año de ejecución de estas actividades dependerá del esquema de manejo propuesto.

6.4.3 Costos de cosecha

Incluye las faenas de volteo y madereo de los árboles, así como los campamentos necesarios para estas labores. También los costos de construcción de caminos, realizados el año anterior al primer raleo comercial (Anexo III).

6.4.4 Costos de administración

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

- labores menores en la plantación, reparación de cercos, etc., y
- supervisión.

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

6.4.5 Costos de mantención

Incluye la mantención de los cortafuegos a partir del segundo año hasta el año 38, realizándose esta actividad cada dos años (Anexo III).

6.4.6 Costos de protección forestal

El análisis considera tres aspectos en lo que se refiere a protección; control y combates de incendios, guardería y control de plagas y enfermedades. Los dos primeros son considerados como costos anuales. Respecto a plagas y enfermedades, en Chile, Coigüe no presenta problemas fitosanitarios importantes, por lo cual estos no se incluyeron en el análisis (Anexo III).

6.5 VALOR DE LOS PRODUCTOS

Actualmente, la madera de Coigüe se comercializa en el mercado nacional principalmente como madera aserrable, madera pulpable, madera debobinable y madera elaborada. Para efectos de esta evaluación económica, serán considerados los precios que alcanza el m³ de los principales productos forestales de Coigüe, puestos a orilla de camino (Cuadro 42).

CUADRO 42
PRECIOS DE PRODUCTOS A ORILLA DE CAMINO (\$/m³)

Productos	Mínimo	Normal	Máximo
Madera pulpable	7.234	8.038	8.842
Madera aserrable	9.763	10.848	11.933
Madera debobinable	43.065	47.850	52.635

Fuente: INFOR (1995)

6.6 ESQUEMAS DE MANEJO SEGÚN EL TIPO DE ESCENARIO

Se evaluaron dos sitios de crecimiento para Coigüe, Cordillera de la Costa y Cordillera de los Andes, considerándose tres escenarios en cada uno de ellos los que se diferenciaron básicamente por el tipo de actividad a realizar. La densidad inicial de plantación para sitios en la Cordillera de la Costa fue de 2.500 árb/ha y para la Cordillera de los Andes de 1.600 árb/ha.

Para conocer el número de individuos que se cosechará, se consideraron tasa de mortalidad natural de 0,05 y 1 % según el sitio y el esquema de manejo seleccionado (Cuadro 43).

CUADRO 43
DENSIDAD INICIAL Y FINAL POR SITIO

Sitio	Densidad inicial	Densidad final
Cordillera de la Costa	2.500	622
Cordillera de los Andes	1.600	400

Los tipos de manejo aplicados variaron según los sitios seleccionados; es así como en la Cordillera de la Costa se presenta un manejo extensivo debido al menor crecimiento de las plantaciones de Coigüe en este sector.

El manejo extensivo considera una poda de formación, un raleo a desecho y un raleo comercial. Con éstos se espera obtener madera aserrable y pulpable solamente.

Las plantaciones ubicadas en la Cordillera de los Andes consideran un manejo intensivo, es decir, una poda de formación, un raleo a desecho, tres raleos comerciales y tres podas, con el objetivo de producir madera debobinable, madera aserrable y madera pulpable (Donoso¹, 1996).

A continuación, se indicarán los esquemas de manejo para cada uno de los sitios analizados; se definirán también las siglas con las cuales se identificará a cada situación.

• **Sitio I: Cordillera de los Andes**

- IMA: 25 m³/ha/año
 Tipo de manejo: Intensivo
 Objetivo: Madera debobinable, aserrable y pulpable.
Co4011CA: Escenario I, costos bajos - precios altos.
Co4012CA: Escenario II, costos y precios probables.
Co4013CA: Escenario III, costos altos - precios bajos.

• **Sitio II: Cordillera de los Andes**

- IMA: 20 m³/ha/año
 Tipo de manejo: Extensivo
 Objetivo: Madera aserrable y pulpable.
Co4021CC: Escenario I, costos bajos - precios altos.
Co4022CC: Escenario II, costos y precios probables.
Co4023CC: Escenario III, costos altos - precios bajos.

Pablo Donoso 1996. Ingeniero Forestal. Instituto de Silvicultura, Valdivia. Comunicación personal.

CUADRO 44

ESQUEMA DE MANEJO PARA *Nothofagus dombeyi* MODALIDAD Co4011CA

Edad	N° árb/ha Residual	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen a extraer (m³/ha)	Actividad	Observaciones
0	1.600	—	—	—	Roce	Liviano
					Cortafuego	Ancho: 4m
					Plantación	Plantas a raíz desnuda 1:0
					Control de malezas	Control puntual
					Poda de formación	
8	1.000	12,05	4,73	8,4	Raleo a desecho	
					Primera poda selectiva	40% de la altura de los árboles
15	800	15,26	12,08	37,6	Primer raleo comercial	
					Segunda poda selectiva	40% de la altura de los árboles
20	600	19,00	20,66	55,9	Segundo raleo comercial	
					Tercera poda selectiva	40% de la altura de los árboles, sólo los árboles que quedarán para la cosecha
26	400	23,32	30,56	143,4	Tercer raleo comercial	
40	—	29,23	44,11	753	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con skidder

CUADRO 45

ESQUEMA DE MANEJO PARA *Nothofagus dombeyi* MODALIDAD Co4012CA

Edad	N° árb/ha Residual	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen a extraer (m³/ha)	Actividad	Observaciones
0	1.600	—	—	—	Roce	Liviano
					Reducción de desechos	Trituración de desechos
					Cortafuego	Ancho: 4m
					Plantación	Plantas a raíz desnuda 1:0
					Control de malezas post-plantación	Control puntual
5	1.537	—	—	—	Poda de formación	
8	1.000	12,05	4,73	8	Raleo a desecho	
					Primera poda selectiva	40% de la altura de los árboles
15	800	15,26	12,08	38	Primer raleo comercial	
					Segunda poda selectiva	40% de la altura de los árboles
20	600	19,00	20,66	56	Segundo raleo comercial	
					Tercera poda selectiva	40% de la altura de los árboles, sólo los árboles que quedarán para la cosecha
26	400	23,32	30,56	143	Tercer raleo comercial	
40	—	29,23	44,11	753	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con skidder

CUADRO 46

ESQUEMA DE MANEJO PARA *Nothofagus dombeyi* MODALIDAD Co4013CA

Edad	N° árboles/ha Residual	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen a extraer (m³/ha)	Actividad	Observaciones
0	1.600	—	—	—	Roce	Mediano
					Reducción de desechos	Ordenamiento en fajas
					Cortafuego	Ancho: 4m
					Control de malezas pre-plantación	Control total aéreo
					Plantación	Plantas a raíz cubierta genéticamente mejoradas
					Fertilización	Aplicación de 1 g de gel por planta. Aplicación en dos hoyos
					Control de malezas	Control puntual
1	—	—	—	—	Desbroce	Desbroce manual con rendimiento mediano
5	1.537	—	—	—	Poda de formación	
8	1.000	12,05	4,73	8	Raleo a desecho	"
					Primera poda selectiva	40% de la altura de los árboles
15	800	15,26	12,08	38	Primer raleo comercial	
					Segunda poda selectiva	40% de la altura de los árboles
20	600	19,00	20,66	56	Segundo raleo comercial	
					Tercera poda selectiva	40% de la altura de los árboles, sólo los árboles que quedarán para la cosecha
26	400	23,32	30,56	143	Tercer raleo comercial	
40	—	29,23	44,11	816	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con torre

CUADRO 47

ESQUEMA DE MANEJO PARA *Nothofagus dombeyi* MODALIDAD Co4021CC

Edad	N° árb/ha Residual	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen a extraer (m³/ha)	Actividad	Observaciones
0	2.500	—	—	—	Roce	Liviano
					Cortafuego	Ancho: 4m
					Plantación	Plantas a raíz desnuda 1:0
					Control de malezas post-plantación	Control puntual
5	2.426	—	—	—	Poda de formación	
8	1.400	9,86	10,40	37	Raleo a desecho	
15	800	16,87	16,73	96	Primer raleo comercial	
40	—	27,30	35,75	691	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con skidder

CUADRO 48

ESQUEMA DE MANEJO PARA *Nothofagus dombeyi* MODALIDAD Co4022CC

Edad	N° árb/ha Residual	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen a extraer (m³/ha)	Actividad	Observaciones
0	2.500	—	—	—	Roce	Liviano
					Reducción de desechos	Trituración de desechos
					Cortafuego	Ancho: 4m
					Plantación	Plantas a raíz desnuda 1:0
					Control de malezas post-plantación	Control puntual
5	2.426	—	—	—	Poda de formación	
8	1.400	9,86	10,40	37	Raleo a desecho	
15	800	16,87	16,73	96	Primer raleo comercial	
40	—	27,30	35,75	691	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con skidder

CUADRO 49

ESQUEMA DE MANEJO PARA *Nothofagus dombeyi* MODALIDAD Co4023CC

Edad	N° árboles/ha Residual	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen a extraer (m³/ha)	Actividad	Observaciones
0	2.500	—	—	—	Roce	Mediano
					Reducción de desechos	Trituración de desechos
					Cortafuego	Ancho: 4m
					Control de malezas	Control total aéreo
					Plantación	Plantas a raíz cubierta genéticamente mejoradas
					Fertilización	Aplicación de 1 g de gel por planta. Aplicación en dos hoyos
					Control de malezas	Control puntual
1	—	—	—	—	Desbroce	Mediano
5	2.426	—	—	—	Poda de formación	
8	1.400	9,86	10,40	37	Raleo a desecho	
15	800	16,87	16,73	96	Primer raleo comercial	"
40	—	27,30	35,75	691	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con torre

6.7 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

Sobre la base de los antecedentes señalados, se procedió a realizar la evaluación económica de las plantaciones de Coigüe, bajo los diferentes esquemas de manejo propuestos.

Los resultados de esta evaluación se resumen en el Cuadro 50, en el cual se puede observar la rentabilidad del proyecto con bonificación estatal o sin ella, en los diferentes escenarios planteados.

CUADRO 50
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA *Nothotagus dombeyi*
(M\$/ha)

		IMA (m ³ /ha/año)					
		20			25		
		10 %	8%	6%	10 %	8%	6%
Sin bonificación	Costos bajos-precios altos	-200	-67	243	161	710	1.984
	Costos y precios probables	-650	-587	-412	-152	293	1.350
	Costos altos y precios bajos	-943	-939	-882	-611	-282	532
Con bonificación	Costos bajos-precios altos	95	260	611	456	1.035	2.348
	Costos y precios probables	-345	-248	-28	159	640	1.744
	Costos altos y precios bajos	-795	-806	-771	-290	78	943

El valor económico del suelo (VES), indica la rentabilidad del proyecto de inversión bajo una cierta tasa de descuento dentro del rango de valores de crecimiento analizados dicho de otra manera el VES es el valor máximo que se puede pagar por el suelo cuando al proyecto se le exige una cierta rentabilidad, por ejemplo en el escenario costos y precios probables, en el sitio II, con crecimientos de 25 m³/ha/año, con una tasa de descuento del 6%, se podría pagar por hectárea de terreno hasta \$1.350.000, interpolando a este proyecto podría exigirse una rentabilidad del 7% y en esas condiciones se podría pagar por la hectárea hasta \$800.000.

El análisis de la composición de los costos muestra que el valor de mano de obra es uno de los aspectos de mayor incidencia en la rentabilidad del proyecto. Este factor explica en un alto porcentaje las diferencias resultantes en los diversos escenarios.

Coigue como la mayoría de las especies de rotaciones prolongadas y en las condiciones actuales de precios y costos resiste en general tasas de descuento del 6%. en algunos casos de bajo condiciones de buena silvicultura y sitios apropiados hasta de un 8%; como puede observarse en el Cuadro 50. Estos son valores considerados buenos para inversiones de largo plazo y que presentan alto grado de seguridad como es el Coigue.

Por otra parte, se puede observar que en general Coigue alcanza estos valores, en sitios buenos, con una buena silvicultura, que permite la obtención de crecimientos elevados. Esta consideración resulta coincidente con la necesidad generalizada de mejorar los niveles en los cuales se practica la silvicultura en el país.

Es también de interés considerar en este análisis que, siendo el área potencial de crecimiento de Coigue relativamente restringida, agregándose a esto las restricciones propias impuestas legalmente al bosque nativo, además de los tipos forestales más característicos que integra, una inversión en una plantación de Coigue como de Raulí, no tiene opciones, o tiene pocas posibilidades de elección, por lo que el criterio del inversionista debe orientarse a asegurar la elección de un buen sitio, practicar una silvicultura intensiva que permita alcanzar estos rendimientos, considerando que se trata de una inversión de bajo valor por unidad de superficie (sobre todo si se recibe bonificación), que incrementará paulatinamente su valor prácticamente sin costos asociados a su desarrollo y llegará a constituirse en un gran patrimonio en el mediano plazo.

7.

OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE COIGÜE. REGIONES VIII- X

7.1 INTRODUCCIÓN

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

Para determinar, desde un punto de vista edáfico y climático, las zonas potenciales de plantación de una especie, es necesario conocer los requerimientos específicos de la especie, también las características que identifican a la zona en estudio, principalmente precipitación, humedad relativa, evapotranspiración potencial, temperaturas, drenaje, textura, profundidad y otras que puedan tener un especial interés.

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

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

7.2 RESUMEN DE LAS ÁREAS REGIONALES POTENCIALES PARA COIGÜE

Las superficies totales potenciales aptas por región, para la introducción de Coigüe se indican en el Cuadro 52. Estas zonas no han sido corregidas por restricciones como uso de la tierra, capacidad de uso del suelo, áreas silvestres protegidas, bosque nativo e infraestructura, entre otras, lo que unido a la escala de trabajo, sólo permite obtener superficies indicativas de su distribución potencial en base a clima y suelo, por lo que los datos no *se pueden traducir en superficie útil para plantación*. Un estudio que incluya las restricciones mencionadas y una escala superior de análisis proporcionará información más precisa.

CUADRO 52
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA COIGÜE

Región	Área potencial (ha)	Porcentaje potencial
VIII Región	248.022	18,67
IX Región	383.886	28,90
X Región	696.303	52,42
TOTAL	1.328.211	100,00

7.3 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIA- LES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE COIGÜE, REGIONES VIII - X

7.3.1 Zona de estudio

Coigüe se desarrolla entre los 34°41'LS y los 48°00'LS, ésto es desde mediados de la VI Región hasta la XI Región. Sin embargo la zona de análisis para *Nothofagus dombeyi*, en este proyecto, se extendió desde la VIII Región a la X. Las regiones VI y VII fueron excluidas, debido a la escasa disponibilidad de terrenos aptos, y la XI Región no está contemplada en el estudio.

7.3.2 Información general utilizada

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

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

7.3.3 Información específica utilizada

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

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

7.3.4 Requerimientos ecológicos de Coigüe

7.3.4.1 Temperatura media anual y mensual

Para el tipo forestal Roble – Raulí - Coigüe, las temperaturas del mes más frío varían de 0 a 10 °C (Quintanilla, cit. por Donoso, 1981), siendo similares o más bajas en el tipo Coigüe – Raulí - Tepa (Donoso, 1981). Se señala además que las temperaturas del mes más cálido fluctúan entre 16 y 20 °C (Di Castri y Hajek, cit. por Donoso, 1981) en el tipo Roble – Raulí - Coigüe, siendo parecidas en el tipo Coigüe – Raulí - Tepa (Donoso, 1981). La temperatura media anual que esta especie necesita para su desarrollo, se obtuvo a través de la determinación de los climas presentes en la distribución que señala Gajardo (1983), para Coigüe siendo para las regiones VIII, IX y X entre 9,6 y 12 °C.

Como consecuencia, en el análisis de las zonas potenciales se utilizó una temperatura media mensual entre 0 y 20 °C, y una temperatura media anual de entre 9,6 y 12 °C.

7.3.4.2 Precipitación anual

Las precipitaciones anuales en las zonas en que se desarrolla Coigüe, varían de 700 a 1.000 mm en la región mediterránea y aumentan hasta más de 5.000 mm en muchos lugares desde Valdivia a Aysén (Donoso, 1978). Por otra parte, Donoso (1981) señala montos anuales de entre 1.500 a 3.000 mm, para el tipo forestal Roble – Raulí - Coigüe, y de 1.500 a 4.000 mm para el tipo forestal Coigüe – Raulí - Tepa. Según Rodríguez (1969) *Nothofagus dombeyi* se desarrolla en forma óptima con una pluviometría superior a 2.000 mm anuales.

En razón a la literatura mencionada, se estableció una precipitación anual igual o superior a 1.500 mm ya que, como se dijo antes, la zona más septentrional de la distribución de Coigüe, no será analizada en este estudio.

7.3.4.3 Profundidad del suelo

En el tipo forestal Roble – Raulí - Coigüe, este último se desarrolla en suelos de profundidad media, por otro lado el tipo Coigüe – Raulí - Tepa se ubica en general en suelos profundos (Donoso, 1981). Sin embargo también crece en suelos de distinta profundidad (Donoso *et al.*, 1991; *Op. cit.*). La condición usada en los análisis corresponde a suelos de profundidad media (desde 50 cm).

7.3.4.4 Textura del suelo

De acuerdo con Donoso (1981), el tipo forestal Coigüe – Raulí - Tepa se establece en la costa, sobre suelos con texturas franco limosas a limo arenosas. En la cordillera de los Andes tanto el tipo Roble - Raulí-Coigüe como el Coigüe - Raulí - Tepa se desarrollan sobre trumaos, los que presentan usualmente en la superficie texturas franco arenosa muy fina o franco limosa y en profundidad, franco arenosa fina a franco limosa hasta franco arcillosa (Peralta, 1976). Además Rodríguez (1969), señala que *Nothofagus dombeyi* no se desarrolla bien sobre suelos arcillosos. En consideración a la literatura consultada, en el análisis de las zonas potenciales se excluyeron los suelos muy livianos (textura arenosa y arenosa gruesa), livianos (areno francosa fina y areno francosa) y pesados (arcillosos). En el Cuadro 53 se especifican las texturas utilizadas.

CUADRO 53
CLASIFICACIÓN TEXTURAL DEL SUELO

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

Fuente: Peralta (1976)

7.3.4.5 Drenaje del suelo

Coigüe se desarrolla sobre suelos de buen drenaje, aunque también se encuentra en suelos con mal drenaje e incluso ñadis (Donoso, 1981). En general crecen, tanto el tipo forestal Roble – Raulí - Coigüe como Coigüe – Raulí - Tepa, sobre trumaos, los que poseen buen drenaje (*Op. cit.*). En el análisis de las zonas potenciales, se incluyeron todos aquellos suelos que presentan drenaje bueno o excesivo, este último se presenta especialmente en la Cordillera de los Andes entre la VIII y X Regiones. Drenajes malos o imperfectos no se consideraron, ya que bajo esas condiciones el desarrollo es menor.

Es importante señalar que, cualquiera sea la condición de suelo que habita Coigüe, el contenido de humedad disponible parece ser el factor que limita o impide su desarrollo en sitios determinados (Donoso, 1978b).

7.3.4.6 Reacción del suelo

Coigüe, en el tipo forestal Roble – Raulí - Coigüe, crece en suelos con pH entre ácidos a moderadamente ácidos (Peralta, 1971; 1975, cit. por Donoso, 1981). En la Cordillera de la Costa el tipo forestal Coigüe – Raulí - Tepa se ubica en suelos con pH ácido a ligeramente ácido (4,5 a 6,0) y en la zona norte de la distribución del tipo en pH neutros a ácidos (5,5 a 7,0) (Donoso, 1981).

En consecuencia se utilizó un pH entre 4,5 y 7,0 para el análisis de las zonas potenciales.

7.3.4.7 Altitud

Según Donoso (1981), el tipo forestal Roble – Raulí - Coigüe se desarrolla en ambas cordilleras desde la latitud 36°30'S hasta 40°30'S, entre los 100 y los 1.000 msnm, disminuyendo en altitud hacia el sur, ocupando Coigüe las alturas superiores. El tipo Coigüe – Raulí - Tepa se desarrolla entre los 600 y 700 msnm hasta sobre los 1.000 msnm (*Op. cit.*). Rodríguez (1969), señala que *Nothofagus dombeyi* se presenta en la mitad norte de su área geográfica entre los 700 y 1.200 msnm, pero decrece gradualmente hacia el sur, encontrándose en la provincia de Aysén entre 0 y 500 msnm.

En razón a la literatura expuesta, se consideraron altitudes de entre 500 y 1.200 msnm para el estudio de las zonas potenciales de la especie, ya que la provincia de Aysén no está incluida en el estudio.

7.4 ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE COIGÜE, VIII- X REGION

7.4.1 Área potencial para Coigüe en la VIII Región

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

La VIII Región presenta un 6,69 % de su superficie potencialmente apta para la plantación de Coigüe. La distribución de las zonas apropiadas es una franja que se extiende de norte a sur en la precordillera, parte de la Cordillera de los Andes y en pequeñas zonas de la Cordillera de Nahuelbuta (Anexo V).

Del análisis de las limitantes y su influencia en la zona potencial para planta

ción con *Nothofagus dombeyi* en la VIII Región, se concluye que los parámetros más restrictivos en cuanto a área corresponden a *temperatura media*, *altitud* y *precipitación anual*.

En el Cuadro 54, se indica el resumen de las áreas que cada limitante aporta, su distribución y clasificación, según los análisis realizados.

CUADRO 54
SUPERFICIE FAVORABLE PARA COIGÜE SEGÚN
LIMITANTE EN LA VIII REGIÓN

Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Temperatura media anual	18,50	La zona favorable se ubica principalmente en la precordillera y parte del valle central sur; en la costa desde Arauco sur; y en el límite con la IX Región en la parte norte de la Cordillera de Nahuelbuta	Barrera importante para la especie en la VIII Región
Altitud	18,56	La zona apta se distribuye en la Cordillera de los Andes, parte de la precordillera y en la zona de la Cordillera de Nahuelbuta	Altamente restrictiva para la especie en la VIII Región
Precipitación anual	35,34	La distribución de la superficie apropiada es en toda la Cordillera de los Andes, la precordillera, y a lo largo de la Cordillera de Nahuelbuta	Altamente restrictiva para el establecimiento de la especie
Textura de suelo	64,61	La posición de área apropiada para la especie es principalmente en gran parte del valle central en la costa de Arauco y Lebu	Medianamente restrictiva para Coigüe en la VIII Región
Drenaje del suelo	84,16	Las zonas favorables corresponden al valle central especialmente en la línea Chillán - Los Angeles; y la costa, desde Arauco al sur	Muy poco restrictivo para el establecimiento de Coigüe en la VIII Región
Profundidad del suelo	98,23	La zona que cumple la restricción abarca prácticamente toda la región, excluyéndose sólo algunas zonas al oeste de Los Angeles y al oeste y norte de Chillán	No es un obstáculo para el establecimiento de <i>Nothofagus dombeyi</i> en la VIII Región
Reacción del suelo	98,23	Las áreas apropiadas se ubican en prácticamente toda la región, excluyéndose sólo algunas zonas al oeste de Los Angeles y al oeste y norte de Chillán	No representa un obstáculo para el establecimiento de la especie en la región
Temperatura media mensual	100	Toda la región es apta	No representa ninguna restricción
Área potencial total para Coigüe	6,69	La distribución de las zonas apropiadas es una franja que se extiende de norte a sur en la precordillera, parte de la Cordillera de los Andes y en pequeñas zonas de la Cordillera de Nahuelbuta	

7.4.2 Área potencial para Coigüe en la IX Región

Una vez realizados los análisis en la IX Región y conjugado las necesidades de la especie, con las características de los sitios se obtuvo que la IX Región presenta 12,07 % del área regional, potencialmente apta para la plantación de Coigüe. La distribución de las zonas apropiadas es una franja que se extiende de norte a sur especialmente en la precordillera y parte de la Cordillera de los Andes (Anexo V).

Los parámetros más restrictivos en la región son *altitud* y *temperatura media*.

En el Cuadro 55 se indica el resumen de las áreas que cada limitante aporta, su distribución y clasificación, según los análisis realizados.

CUADRO 55
SUPERFICIE FAVORABLE PARA COIGÜE SEGÚN
LIMITANTE EN LA IX REGIÓN

Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Altitud	26,88	La zona apta se distribuye en algunas zonas de la Cordillera de los Andes, parte de la precordillera y en porciones de la Cordillera de Nahuelbuta	Altamente restrictiva para la especie en la IX Región
Temperatura media anual	47,73	La zona favorable se ubica en gran parte de la Cordillera de los Andes; en el valle central se excluye una amplia zona desde el norte de Angol, en el límite con la IX Región, hasta el sur de Temuco y por el oeste desde la Cordillera de Nahuelbuta hasta el oeste de Victoria	Constituye una barrera importante para la especie en la IX Región
Precipitación anual	67,39	La zona desfavorable se extiende desde el noreste de Angol, en el límite con la VIII Región, hasta el sur de Temuco y por el este desde la altura de Victoria hasta aproximadamente la Cordillera de Nahuelbuta	Medianamente restrictiva para el establecimiento de la especie en la IX Región
Textura de suelo	86,81	La posición de área apropiada para la especie es la Cordillera de los Andes, precordillera y gran parte del valle central, se excluye un área ubicada entre Temuco, Victoria, Angol y la Cordillera de Nahuelbuta	Muy poco restrictiva para el establecimiento de Coigüe en la IX Región
Drenaje del suelo	92,91	Las zonas favorables corresponden a gran parte de la región, eliminándose sólo algunos sectores en el valle central entre Angol y el límite sur de la región, así mismo se excluye gran parte de la costa	No es restrictivo para el establecimiento de <i>Nothofagus dombeyi</i> en la región

Cuadro 55 / DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE EN LA IX REGIÓN (continuación)			
Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Profundidad del suelo	98,83	La zona que cumple la restricción abarca prácticamente toda la región, excluyéndose sólo algunas zonas al noroeste de Temuco y en la costa	No es un obstáculo para el establecimiento de Coigüe en la IX Región
Reacción del suelo	98,83	Se excluyen sólo algunas zonas al noroeste de Temuco y en la costa	No representa un obstáculo
Temperatura media mensual	100	Toda la región es apta	No representa ninguna restricción
Área potencial total para Coigüe	12,07	Las zonas apropiadas están en una franja que se extiende de norte a sur especialmente en la precordillera y parte de la Corsillera de los Andes	

7.4.3 Área potencial para Coigüe en la X Región

Individualizadas las limitantes que caracterizan el establecimiento de Coigüe y sus áreas de distribución, se generaron las zonas de la X Región que cumplen las características necesarias para el desarrollo de la especie, las que abarcan un 10,57 % de la superficie regional. La distribución de las zonas apropiadas es en la costa. Al sur de Valdivia; en parte de la Cordillera de los Andes y precordillera en el norte de la región; y en algunas zonas de la provincia de Palena especialmente hacia la cordillera andina (Anexo V). Las limitantes que menor superficie aportan a la zona potencial *Nothofagus dombeyi* en la X Región, son *altitud* y *temperatura media*.

En el Cuadro 56, se indica el resumen de las áreas que cada limitante aporta, su distribución y clasificación.

CUADRO 56
DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE PARA COIGÜE SEGÚN
LIMITANTE EN LA X REGIÓN

Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Altitud	29,87	La zona apta se extiende a lo largo de casi toda la Cordillera de los Andes y parte de la precordillera. En la costa al sur de Valdivia; y en Chiloé al oeste de Castro	Altamente restrictiva para la especie en la X Región
Temperatura media anual	56,76	La zona favorable se ubica en gran parte del valle central, excluyéndose el norte y noreste de Valdivia; asimismo el oeste de la Isla de Chiloé y algunas zonas en la provincia de Palena	Barrera importante para la especie en la X Región

Cuadro 56 / DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE EN LA X REGIÓN (continuación)

Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Precipitación anual	62,20	La distribución de la superficie apropiada es en algunas zonas de la Cordillera de los Andes, en la precordillera, valle central a excepción de un gran sector ubicado en los alrededores de Osorno. En la provincia de Palena también se aprecian algunas áreas	Medianamente restrictiva para el establecimiento de la especie en la X Región
Drenaje del suelo	83,41	Las zonas favorables corresponden a gran parte de la región, eliminándose una franja entre Osorno y Puerto Montt; y en la Isla de Chiloé el oeste y sur	Muy poco restrictivo para el establecimiento de <i>Nothofagus dombeyi</i> en la región
Textura de suelo	89,27	La posición de área apropiada para la especie es principalmente en gran parte de la región, eliminándose principalmente el oeste y sur de la Isla de Chiloé	Muy poco restrictiva para el establecimiento de Coigüe en la X Región
Profundidad del suelo	90,56	La zona que cumple la restricción abarca prácticamente toda la región, excluyéndose sólo el oeste y sur de la Isla de Chiloé	No es un obstáculo para el establecimiento de <i>Nothofagus dombeyi</i> en la X Región
Reacción del suelo	90,61	Las áreas no apropiadas para la especie se ubican en el oeste y sur de la Isla de Chiloé	No representa un obstáculo para el establecimiento de la especie en la región
Área potencial total para Coigüe	10,57	La distribución de las zonas apropiadas es en la costa, al sur de Valdivia; en parte de la Cordillera de los Andes y precordillera en el norte de la región; y en algunas zonas de la provincia de Palena especialmente hacia la cordillera andina	

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA, L.E; FEHLANDT, A. 1981. Desarrollo inicial de *Nothofagus alpina* (Poepp.et Endl.) Oerst., *Nothofagus obliqua* (Mirb) Bl. y *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Bl. bajo tres grados de sombra. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Tesis Ing. For. 101 p.
- ATIENZA; J.T. 1982. Determinación de hibridación en Coigüe. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile, Tesis Ing. For. 156 p.
- BLUHM, E; ROSENDE, R; MELO, R. 1969. Durabilidad natural de las principales especies de madera producidas en Chile, resultados después de 5 años de exposición en terreno. En: Actas de la reunión sobre investigaciones de productos forestales. Santiago, Chile. INFOR. Informe técnico N°36:89-96.
- BONNEMANN, A; KNIGGE, W. 1969a. Manchas medulares en la madera de Coigüe (*Nothofagus dombeyi*). En: Actas de la reunión sobre investigaciones de productos forestales. INFOR. Informe técnico N° 36:123-126.
- BONNEMANN, A; KNIGGE, W. 1969b Manchas medulares en la madera de Coigüe. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ing. For. Publicaciones Científicas N°15. 16 p.
- BUTIN, H; PEREDO, H. 1967. Mancha en madera de especies chilenas y sus agentes. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Publicaciones Científicas N°9. 8 p.
- BURSCHEL, P; GALLEGOS, C; MARTÍNEZ, O; MOLL, W. 1976. Composición y dinámica regenerativa de un bosque virgen mixto de Raulí y Coigüe. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Bosques 1(2): 55-74.
- CAREY, P. 1975. Biología del minador del cambium de *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Tesis Ing. For. 59 p.

- CAREY, P; CAMERON, S; CERDA, L; CARA, R. 1978. Ciclo estacional de un minador subcortical de Coigüe (*Nothofagus dombeyi*). Turrialba 28(2): 151-153.
- CARRASCO, P; MILLAN, J. 1990. Proyecto suelos forestales de la VIII Región. Informe Final. Universidad de Concepción/Fondo de Investigación Agropecuaria. Chillán, Chile. 127 p.
- CASTILLO, H.R. 1983. Relaciones de la vegetación con la altitud y exposición en el tipo forestal Coigüe (*Nothofagus dombeyi* (Mirb) Oerts); Raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.); Tepa (*Laurelia philippiana* (Phil.) Looser) en la Cordillera de los Andes, Cautín. Valdivia. Chile. Universidad Austral de Chile, Tesis Ing For. 193 p.
- CHACÓN, C., I. 1995. Edad óptima de cosecha. Una discusión en torno al valor presente neto (VAN) y la tas interna de retorno (TIR). Ciencia e Investigación Forestal 09(1):103-116.
- CISTERNAS, J.C. 1989. Caracterización de renovales de Roble, Raulí y Coigüe en la Cordillera de Nahuelbuta, Provincia de Arauco, VIII Región. Valdivia. Universidad Austral de Chile. 79 p.
- CONAF, 1984. Antecedentes preliminares sobre el efecto de explotaciones en bosque nativo, Isla Grande de Chiloé. Santiago, Chile. Corporación Nacional Forestal, X Región. Boletín Técnico N° 17. 77 p.
- CONAF / CONAMA / BIRF. 1997. Proyecto Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Nacional sin Variables Ambientales. Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Católica de Chile, Universidad Católica de Temuco. 54 p.
- DEUS, R. E. 1982. Relaciones de la vegetación con la altitud y exposición en el tipo forestal Coigüe (*Nothofagus dombeyi* (Mirb) Oerts); Raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.); Tepa (*Laurelia philippiana* (Phil.) Looser) en la Cordillera de los Andes, Malleco. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile, Tesis Ing. Forestal. 106 p.
- DÍAZ-VAZ, J. 1979. Claves para la identificación de maderas de árboles nativos y cultivados en Chile. Proyecto de Investigación de la Universidad Austral de Chile. Bosque Vol. 3 N°1. Valdivia, Chile.

- DONOSO, C. 1978a. La silvicultura del *Nothofagus* en Chile. Departamento de Silvicultura y Conservación. Universidad de California. Berkeley, Col. U.S.A 102 p.
- DONOSO, C. 1978b. Relaciones vegetación altitud y exposición en la formación forestal «Bosque andino abierto» en el área de Bullileo. Bol. Técn. 54. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 42 p.
- DONOSO, C. 1979. Mini-monografía sobre *Nothofagus* en Chile. Consulta técnica sobre especies arbóreas frondosas de crecimiento rápido para su plantación en la zona mediterránea y en la zona templada. FAO. Reunión Técnica N°7. Portugal. 15 p.
- DONOSO, C. 1981. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Investigación y Desarrollo Forestal. Documento de Trabajo N°38. Santiago, Chile.
- DONOSO, C. 1987. Variación natural de *Nothofagus* en Chile. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Bosques 5(2): 109-120.
- DONOSO, C; CABELLO, A. 1978. Antecedentes fenológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. Ciencias Forestales 1(2): 31-41.
- DONOSO, C; ATIENZA, J. 1983. Hibridación natural entre especies de *Nothofagus* siempreverdes en Chile. Bosques 5(1): 21-34 p.
- DONOSO, C; CORTÉS, M. 1987. Germinación de semillas y técnicas de vivero para las especies nativas de los tipos forestales de la X Región. Resultados obtenidos al 30 de noviembre de 1983. Proyecto CONAF X Región. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Serie Técnica, Valdivia, Chile. Informe convenio N°134. 51 p.
- DONOSO, C; ESCOBAR, R; CORTÉS, M. 1986. Germinación de semillas y técnicas de vivero para las especies nativas de los tipos forestales de la X Región. Resultados obtenidos al 30 de Noviembre de 1983. Proyecto CONAF X Región. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Serie Técnica. Valdivia, Chile. Informe convenio N°102. 133 p.
- DONOSO, C; ESCOBAR R., B; CORTÉS B., M. 1991. Técnicas de vivero y plantaciones para Coigüe (*Nothofagus dombeyi*). Chile Forestal. Documento técnico N° 55. Santiago, Chile.

- DONOSO, J.E. 1969. Estudios sobre la microflora lignícola chilena. En: Actas de la reunión sobre investigaciones en productos forestales. INFOR. Informe Técnico N°36. 111-116.
- DONOSO, J.E; MANRIQUEZ, L.E. 1978. Estudio en la impregnación vacío-presión de maderas refractarias. Santiago, Chile. Universidad de Chile. Fac. de Cs. For. Boletín Técnico N°53. 20 p.
- DONOSO, P.; MONFIL, T.; OTERO, L.; BARRALES, L. 1993. 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):253-287.
- GARRIDO G., F. 1981. Los sistemas silviculturales aplicables a los bosques nativos chilenos. Investigación y Desarrollo Forestal. Documento de trabajo N°39. Santiago, Chile.
- INFOR. 1995a. Antecedentes de mercado de Coigüe. Manuscrito Programa Nacional de Diversificación Forestal. Convenio Instituto Forestal-Corporación Nacional Forestal. Valdivia, Chile
- INFOR. 1991. Exportaciones forestales chilenas (enero - diciembre 1990). Boletín estadístico N° 19. Instituto Forestal-Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile. 173 p.
- INFOR. 1992. Exportaciones forestales chilenas (enero - diciembre 1991). Boletín estadístico N° 24. Instituto Forestal-Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile. 202 p.
- INFOR. 1993. Exportaciones forestales chilenas (enero - diciembre 1992). Boletín estadístico N° 27. Instituto Forestal-Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile. 177 p.
- INFOR. 1994. Exportaciones forestales chilenas (enero- diciembre 1993). Boletín estadístico N° 33. Instituto Forestal-Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile. 110 p.

- INFOR. 1995. Exportaciones forestales chilenas (Enero- Diciembre 1994). Boletín estadístico N°38. Forestal-Corporación Nacional Forestal Santiago, Chile. 115 p.
- INFOR. 1990. Boletín de precios forestales. Diciembre 1990. Año 4, N°23. Instituto Forestal-Corporación de Fomento de la Producción. Santiago, Chile.
- INFOR. 1991. Boletín de precios forestales. Diciembre 1991. Año 5, N°29. Santiago, Chile.
- INZUNZA, L. 1973. Determinación de las contracciones de las especies de mayor importancia comercial en Chile. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 31 p.
- INZUNZA, L. 1984. Resistencia al impacto de maderas de la X Región (Chile). Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Nota Técnica N°2. 12 p.
- IPINZA, R; HERRERA, M; DONOSO, J. 1978. Importancia de la fracción extraíble en el proceso de pudrición causado por *Gloeosoma vitellinum* (Lév.) Bres, sobre *Nothofagus dombeyi* (Mirb) Bl. Ciencias Forestales 1(2): 49-60.
- JARA L., G. 1986. Importancia de los elementos nutritivos nitrógeno, fósforo y potasio en el crecimiento de Coigüe (*Nothofagus dombeyi* (Mirb) Oerst.) durante sus dos primeros años. Tesis Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- JEREZ, V; CERDA, L. 1988. Antecedentes morfológicos y biológicos de *Hornius grandis* (Phil. y Phil). (*Chrysomelidae* - *Eumolpinae*). Universidad Austral de Chile. Valdivia. Bosques 9(2): 83-86.
- JICA, 1993. Estudio de manejo de recursos forestales en el área andina de las regiones de Bío-Bío y la Araucanía de la República de Chile. Japan International Cooperation Agency.
- JUACIDA, R. 1969. Vaporizado como pretratamiento en la impregnación de Coigüe. En: Actas de la reunión sobre investigaciones de productos forestales. Santiago, Chile. INFOR. 32-36.

- JUACIDA, R. 1973. Ensayos de durabilidad natural en algunas maderas preservadas de uso comercial. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ingeniería Forestal. Publicaciones Científicas N°1. 46 p.
- JUACIDA, R. 1975. Procesos de impregnación para durmientes de Ulmo y Coigüe. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Charlas y Conferencias N°-3. 12-20.
- JUACIDA, R; LIESE, W. 1980. Durabilidad natural de maderas frente al ataque de hongos. Bosque Vol. 3 N°2. Valdivia, Chile.
- KAUMAN, W; MITTAK, G. 1964. Problemas del secado del Coigüe. En: Actas de la reunión sobre las investigaciones de productos forestales. Santiago, Chile. INFOR. Informe técnico N°21:157-166.
- KAUMAN, W; MITTAK, G. 1966. Ensayos de secado de Coigüe (*Nothofagus Dombeyi*). Santiago, Chile. INFOR. Sección Industrias. Informe técnico N°25. 25 p.
- KURSHIEL, G. 1951. La subfamilia Aterpinae en América. Revista Chilena de Entomología. 205-245 p.
- LÓPEZ H., J; JIMÉNEZ M., G; REYES F., B. 1986. Algunos antecedentes sobre cosecha, procesamiento y viverización de varias especies nativas (I y II parte y final). Chile Forestal. Documentos Técnicos N°14 y 15. Santiago, Chile.
- MADRID, E; FRASCAROLI, M; OREZOLLI, R. 1987. Variaciones de las propiedades de Coigüe colapsado. Construcción civil 13(4-132, 5-133): 21-34, 37-42.
- MARTÍNEZ, O. 1965. Composición del bosque natural andino de la Provincia de Valdivia. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. Tesis Ing. For. 109 p.
- MAUREIRA, J. 1995. Caracterización y evaluación del crecimiento de tres plantaciones de Coigüe común (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.) ubicadas en la Provincia de Valdivia. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Tesis Ing. For. 66 p.
- MELLA, M.A. 1989. Prospección entomológica en algunas especies nativas en vivero. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Tesis Ing. For. 83 p.

- MINISTERIO DE AGRICULTURA; ODEPA; SAG; INIA; IREN. 1968. Plan de desarrollo Agropecuario 1965-1980. Unidades de uso agrícola de los suelos de Chile entre la provincia de Aconcagua y Chiloé. Ministerio de Agricultura. ODEPA. Santiago, Chile.
- MUÑOZ, 1980. Flora del Parque Nacional Puyehue. Editorial Universitaria S.A. 557 p.
- NOVOA S. A., R.; VILLASECA C., S. Editores. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. INIA. Santiago, Chile. 221 p. y mapas.
- ORDÓÑEZ, A. 1987. Germinación de las tres especies de *Nothofagus* siempreverde (Coigües) y variabilidad en la germinación de procedencias de Coigüe común (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.). Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Cs. Forestales. Tesis Ing. For. 134 p.
- RODRÍGUEZ, G. 1969. Antecedentes botánicos y silvícolas de las especies chilenas. Coigüe (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.), Lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp et Endl) Krasser), Ñirre o Guindo (*Nothofagus antarctica* (Forst) Oerst.). Los Angeles, Chile. Universidad de Concepción. Notas Informativas N°3. 29 p.
- RODRÍGUEZ R. R.; MATTHEI S.O; QUEZADA M. M. 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial de la universidad de Concepción. Chile.
- ROSENDE, R; BLUHM, E. 1966. Ensayos de secado en Coigüe y Ulmo en tablas de largo comercial. Santiago, Chile. INFOR. Informe Técnico N°-26. 23 p.
- SANTELICES R. 1993. Propagación vegetativa de Raulí, Roble y Coihue a partir de estacas. Ciencia e Investigación Forestal. Volumen 7 N°1. Santiago, Chile.
- SANTIBAÑEZ Q., F.; URIBE M., J.M. 1993. Atlas agroclimático de Chile. Regiones VI, VII, VIII y IX. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Ministerio de Agricultura, Fondo de Investigación Agropecuaria. Corporación Nacional de Fomento. Santiago. Chile. 99 p.
- SIEBERT, H; IZURIETA, J. 1973. Proporciones volumétricas de los principales tipos de células y biometría de las fibras de la madera de 4 latifoliadas del bosque nativo: *Nothofagus alpina*, *Nothofagus dombeyi*, *Laurelia philippiana*, *Eucryphia cordifolia*. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. 55 p.

- SCHMIDT, H; RUSTON, A; DONOSO, S. 1991. Regeneración natural y artificial en el bosque de Coigüe – Raulí - Mañío. Universidad de Chile - Corporación Nacional Forestal.
- STUARDO, J; SAELZER, H; ROSENDE, R. 1969. Sobre el ataque de *Bankia martensi Stempell*. a algunos tipos de maderas chilenas no tratadas. En: Actas de la reunión sobre investigaciones en productos forestales. INFOR. Informe Técnico N°36. 79-88.
- UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE. 1976. Inventario forestal del predio San Pablo de Tregua. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ingeniería Forestal. 28 p.
- VALENZUELA, H. 1967. Nociones de silvicultura. Instituto Forestal. Manual N°3. 283 p.
- VEBLEN, T; ASHTON. 1978. Catastrophic influences on the vegetation of the Valdivian. Andes, Chile. Vegetatio 36 (3): 147-167.
- VEBLEN, T; SCHLEGEL, F. 1982. Reseña ecológica de los bosques del sur de Chile. Bosque vol.4 N°-2.
- VITA, A. 1977. Crecimiento de algunas especies forestales nativas y exóticas en el arboretum del Centro Experimental Forestal Frutillar. X Región. Santiago, Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Informe Técnico N°47. 16 p

ANEXOS

ANEXOS I

CUADRO RESUMEN *Nothofagus dombeyi*

Ítem	Comentarios	Citas bibliográficas
Distribución	• Se ubica entre los 34°41' y 48° por ambas cordilleras, siendo muy escaso en la costa desde los 37°. En el llano central crece desde los 38° hacia el sur	Donoso (1979)
Descripción	• Árbol monoico, perenne de hasta 40 m de altura y tronco relativamente recto de hasta 2,5 m de diámetro. • Su fuste generalmente está libre de ramas hasta gran altura (buena poda natural), cuando se le encuentra compitiendo	Rodríguez <i>et al.</i> (1993) Rodríguez (1969)
Aspectos Reproductivos	• Florece entre septiembre y octubre • Su fruto es una nuez, la cual madura entre septiembre y enero • La diseminación de sus semillas es anemófila, ocurriendo esta entre los meses de enero y febrero • El número de semillas varía entre los 280.000 y 500.000 unidades por kilo	Donoso y Cabello (1978) Donoso <i>et al.</i> (1991) Donoso <i>et al.</i> (1991) Donoso (1987)
Aspectos Genéticos	• Diversos autores han analizado la posibilidad de una hibridación entre <i>Coigüe</i> común, <i>Coigüe</i> de Chiloé y <i>Coigüe</i> de Magallanes	Donoso (1979); Muñoz (1980); Atienza (1982)
Requerimientos Ecológicos	Clima: • Las precipitaciones varían entre los 700 y 5.800 mm según su localización. • Las temperaturas medias anuales dentro de su rango de distribución disminuye hacia el sur Suelo: • Crece bajo condiciones muy variadas encontrándose en suelos de diferentes profundidades, con drenaje variable, buena disponibilidad de agua y en fiadis • Crece sobre suelos de origen volcánico, trumaos y pumicíticos • No se desarrolla bien en suelos arcillosos Altitud: • Su rango de distribución altitudinal es extenso, presentándose desde los 0-2.500 msnm al norte y entre 0 y 1.200 msnm al sur de los 30°	Donoso (1978a) Donoso (1978a) Donoso <i>et al.</i> (1991) Donoso (1979) Rodríguez (1969) Rodríguez (1969)

Anexo I: CUADRO RESUMEN *Nothofagus dombeyi* (continuación)

Ítem	Comentarios	Citas bibliográficas
Plagas y enfermedades	Entomológicas: • Larvas de la familia Agromicidae (mosca minera) causan manchas medulares que desvalorizan la chapa • Una especie desconocida del género Opostega causa, la comunmente llamada mancha roja • Aergorhinus vitulus en su estado larval ataca las plantas sanas y daña considerablemente cuello y raíces gruesas • Hornius grandis y Aergorhinus superciliosus detectado en la X Región, atacan tejidos meristemáticos de las plantas de Coigüe • En la etapa de vivero el gusano blanco (Hylamorphia elegans) y el gusano alambre (Gramophorus niger), atacan raíces y corteza produciendo pérdida de crecimiento y mortalidad Fungosas: • Uno de los hongos más comunes en Chile y que causan decoloraciones en la madera de coigüe es Ceratocytis piceae • Algunas especies de hongos Cyttaria spp. son muy comunes en las ramas de Coigüe y algunas veces también en el tronco, provocando crecimientos anormales • Hongos de la especies Poliporum spp., conocidos como "oregas de palo" atacan árboles que por lo general tienen algún tipo de daño en la madera o que se encuentran en fase de envejecimiento • En la etapa de vivero un complejo de hongos, llamado Damping-off ataca el cuello de las plántulas causando la caída y mortalidad de estas	Bonnemann y Knigge (1969a) Carey (1975) Kurshel (1951) Mella (1989) Donoso <i>et al.</i> (1991) Butin y Peredo (1967) Donoso (1978a) Donoso(1978a) Donoso <i>et al.</i> (1991)
Silvicultura y Manejo	Regeneración natural: • Coigüe se cataloga como una especie intolerante • Donoso (1978a) señala que no se ha observado regeneración a campo abierto, ni bajo sombra intensa, pero si se observa, bajo media sombra en rodales abiertos o en claros en el bosque • No presenta reproducción vegetativa. La regeneración muestra una tendencia a disminuir tanto en el número de plantas como en el número de especies, en sectores situados a una mayor altitud	Valenzuela (1967) Deus (1982)

Anexo I: CUADRO RESUMEN *Nothofagus dombeyi* (continuación)

Ítem	Comentarios	Citas bibliográficas
Silvicultura y Manejo	Viverización: • El género <i>Nothofagus</i> presenta una producción cíclica de semillas • La colecta de semillas debe realizarse entre los meses de febrero y marzo • Los capacidad germinativa varían entre 10 y 76%, disminuyendo de norte a sur • La siembra se realiza desde septiembre hasta mediados de octubre • Tradicionalmente se siembra en almacigeras y se repica un año después • Se recomienda fertilizaciones con NPK en dosis de 200 kg/ha de N, en forma de salitre potásico Plantación: • En el sur la plantación debe realizarse en los meses comprendidos entre junio y agosto, en el norte es conveniente realizarla más tempranamente, no pasando del mes de julio • Se utilizan densidades de 2.500 arb/ha (2x2 m) y 4.444 arb/ha (1,5x1,5 m) Tratamientos silviculturales: • Para el tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa se recomienda: - Tala rasa y repoblación artificial en renovales degradados en calidad, densidad y composición - Cortas sucesivas extrayendo un 35-40% de los individuos. Cuando la regeneración es escasa, se utiliza la repoblación artificial bajo abrigo - Cortas selectivas en bosque • Para el tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe se recomienda: -Tala rasa con repoblación, la regeneración se debe establecer a una densidad inicial de 3.000 plantas/ha -Regeneración por semilleros, dejando 30 arb/ha, bien distribuidos según la capacidad de dispersión de la semilla -Cortas sucesivas -Bosques de baja densidad para uso silvopastoral, dejando árboles semilleros de diámetro mayor a 20 cm, aislados en grupos	Donoso <i>et al.</i> (1991) Lopez <i>et al.</i> (1986) Ordóñez (1987) López <i>et al.</i> (1986) Donoso <i>et al.</i> (1991) López <i>et al.</i> (1986) Donoso <i>et al.</i> (1991) Donoso (1979) Garrido (1981)

Anexo I: CUADRO RESUMEN *Nothofagus dombeyi* (continuación)

Ítem	Comentarios	Citas bibliográficas
Silvicultura y Manejo	Raleos: • En el tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa deben ejecutarse a los 30 o 40 años, dependiendo de las condiciones del rodal, con ciclos de corta cada 6 a 8 años • En el tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe se realizan entre los 20 y 60 años • En otros estudios se ha observado que el momento óptimo para efectuar el primer raleo en renovales de <i>Nothofagus</i>, está comprendido entre los 10 y 20 años • La respuesta al raleo en el área de Cautín y Valdivia es casi nula los 5 años posteriores a esta intervención, aumentando el crecimiento en diámetro sólo un 6%. Los renovales sometidos a un 2º raleo incrementan un 30% el crecimiento diamétrico con respecto a los 5 años previos al primer raleo Podas: • Se recomienda una primera poda cuando los árboles alcanzan los 10-12 m, hasta una altura máxima de 4 m. Cuando los árboles alcanzan una altura de 15 a 18 m, se realiza la segunda poda hasta los 8 m	Garrido (1981) Garrido (1981) Donoso <i>et al.</i> (1993) Donoso <i>et al.</i> (1993) JICA (1993)
Crecimiento	Renovales: • Inventarios realizados en la Reserva Nacional Malcalahuello señalan crecimientos volumétricos de 18 m³/ha/año a una densidad de 27 arb/ha • En bosque de Roble-Raulí-Coigüe, Coigüe puede alcanzar crecimientos en volumen de hasta 20 m³/ha/año • En Aysén en renovales de 26 y 40 años, registraron incrementos diametrales entre 0,44 y 1,2 cm/año y volumétricos entre 12,41 y 19 m³/ha/año respectivamente. En la Provincia de Valdivia se han observado incrementos diamétricos entre 0,54 y 0,74 cm/año, según la edad • Los crecimientos en volumen observados en Coigüe son mayores que en Roble y Raulí, esto debido a que Coigüe presenta menores tasas de mortalidad. Durante los períodos de mayor crecimiento de estos renovales alcanzan 19 m³/ha/año en la comuna de Curacautín	Universidad Austral (1976) Donoso (1981) Donoso <i>et al.</i> (1991) Donoso¹ (1996)

Anexo I: CUADRO RESUMEN *Nothofagus Dombeyi* (continuación)

Ítem	Comentarios	Citas bibliográficas
Crecimiento	Plantaciones: • En Frutillar, distanciamientos de 1,5x1,5 m presentaron incrementos en altura entre 0,52 y 0,63 m/año, en diámetro entre 1,1 y 2,2 cm/año • En la precordillera de los Andes se observan crecimientos promedio de 20 m³/ha/año a los 15 años • En la Cordillera de la Costa en Valdivia se presentan crecimientos en volumen del orden de 20 m³/ha/año. Además se observa, en área basal, incrementos entre 1,62 y 3,63 m²/ha/año • Otros autores señalan incrementos volumétricos de 20 m³/ha/año en la Cordillera de la Costa y 25 m³/ha/año en la Cordillera de los Andes, para rotaciones de 35-40 años	Vita (1977) Donoso <i>et al.</i> (1993) Maureira (1995) Donoso¹ (1996)
Usos	• Sus principales usos son: Carpintería, construcción, encofrados, chapa, herramientas, instrumentos, artículos deportivos, juguetes, muebles, revestimiento, pisos, molduras, tableros de contrachapado, de partículas, madera terciada y otros	INFOR (1995a)

ANEXOS II RESUMEN DE COSTOS

COSTOS DE ESTABLECIMIENTO

ITEM		UNID.	Co4011CA	Co4012CA	Co4013CA
Roce	Mano de obra	\$/ha	7.362	22.086	117.792
	Ropa seguridad	\$/ha	97	216	950
	Materiales	\$/ha	119	332	1.462
	Total	\$/ha	7.579	22.634	120.203
Reducc. desechos		\$/ha	0	60.000	110.000
Cortafuego	Maquinaria	\$/ha	9.843	10.937	12.030
Cercos	Mano de obra	\$/ha	15.460	23.190	30.920
	Ropa seguridad	\$/ha	204	227	249
	Insumos	\$/ha	41.086	45.652	50.217
	Total	\$/ha	56.751	69.068	81.386
Control de malezas	Maquinaria	\$/ha	0	0	11.820
Pre-plantación Aéreo	Ropa seguridad	\$/ha	0	0	0
	Insumos	\$/ha	0	0	38.940
	Total	\$/ha	0	0	50.760
Preparación suelos	Subsolado	\$/ha	0	0	0
	Tractor Agrícola (2 pasadas)	\$/ha	0	0	0
Plantación	Mano de obra	\$/ha	11.155	20.450	35.057
	Ropa seguridad	\$/ha	147	200	283
	Materiales	\$/ha	119	160	226
	Insumos	\$/ha	112.500	125.000	153.513
	Fletes	\$/ha	1.800	2.450	3.100
	Total	\$/ha	125.720	148.260	192.178
Fertilización	Mano de obra	\$/ha	0	18.877	18.877
	Ropa seguridad	\$/ha	0	154	154
	Insumos	\$/ha	0	9.938	10.931
	Materiales	\$/ha	0	8	8
	Total	\$/ha	0	28.968	29.962

Anexos II RESUMEN DE COSTOS / COSTOS DE ESTABLECIMIENTO (continuación)					
ITEM		UNID.	Co4011CA	Co4012CA	Co4013CA
Control de malezas Post plantación Puntual	Mano de Obra	\$/ha	1.227	1.841	2.454
	Ropa seguridad	\$/ha	21	16	17
	Materiales	\$/ha	7	8	9
	Insumos	\$/ha	8.694	9.660	10.620
	Total	\$/ha	9.949	11.524	13.100

ITEM		UNID.	Co4021CC	Co4022CC	Co4023CC
Roce	Mano de obra	\$/ha	7.362	22.086	117.792
	Ropa seguridad	\$/ha	97	216	950
	Materiales	\$/ha	119	332	1.462
	Total	\$/ha	7.579	22.634	120.203
Reduc. desechos		\$/ha	0	60.000	110.000
Cortafuego	Maquinaria	\$/ha	9.843	10.937	12.030
Cerco	Mano de obra	\$/ha	15.460	23.190	30.920
	Ropa seguridad	\$/ha	204	227	249
	Insumos	\$/ha	41.086	45.652	50.217
	Total	\$/ha	56.751	69.068	81.386
Control de malezas Pre-plantación Aéreo	Maquinaria	\$/ha	0	0	11.820
	Ropa seguridad	\$/ha	0	0	0
	Insumos	\$/ha	0	0	38.940
	Total	\$/ha	0	0	50.760
Preparación suelos	Subsolado	\$/ha	0	0	0
	Tractor Agrícola (2 pasadas)	\$/ha	0	0	0
Plantación	Mano de obra	\$/ha	11.155	20.450	35.057
	Ropa seguridad	\$/ha	147	200	283
	Materiales	\$/ha	118	160	226
	Insumos	\$/ha	112.500	125.000	153.513
	Fletes	\$/ha	1.800	2.450	3.100
	Total	\$/ha	125.719	148.260	192.178

Anexos II RESUMEN DE COSTOS / COSTOS DE ESTABLECIMIENTO (continuación)

ITEM		UNID.	Co4021CC	Co4022CC	Co4023CC
Fertilización	Mano de obra	\$/ha	0	0	18.877
	Ropa seguridad	\$/ha	0	0	154
	Insumos	\$/ha	0	0	10.931
	Materiales	\$/ha	0	0	8
	Total	\$/ha	0	0	29.962
Control de malezas	Mano de Obra	\$/ha	1.227	1.841	2.454
Post plantación	Ropa seguridad	\$/ha	14	16	26
Puntual	Materiales	\$/ha	7	8	9
	Insumos	\$/ha	8.694	9.660	10.620
	Total	\$/ha	9.942	11.524	13.108

COSTOS DE MANEJO

ITEM		UNID.	Co4011CA	Co4012CA	Co4013CA
Desbroce	Mano de obra	\$/ha	0	0	26.994
	Ropa seguridad	\$/ha	0	0	218
	Materiales	\$/ha	0	0	242
	Total	\$/ha	0	0	27.454
Raleo a Desecho	Mano de obra	\$/ha	4.908	7.3262	9.816
	Ropa seguridad	\$/ha	29	32	36
	Insumos	\$/ha	112	124	137
	Total	\$/ha	5.049	7.519	9.988
Primer Raleo Comercial	Mano de Obra	\$/ha	18.454	27.681	36.908
	Marcación	\$/ha	982	1.472	1.963
	Ropa seguridad	\$/ha	108	122	134
	Materiales	\$/ha	420	467	514
	Total	\$/ha	19.964	29.743	39.519
Segundo Raleo Comercial	Mano de obra	\$/ha	27.431	41.146	54.862
	Ropa seguridad	\$/ha	161	181	200
	Materiales	\$/ha	624	694	764
	Total	\$/ha	28.216	42.022	55.825
Tercer Raleo Comercial	Mano de obra	\$/ha	70.351	105.527	140.703
	Marcación	\$/ha	982	1.472	1.963
	Ropa seguridad	\$/ha	413	465	512
	Materiales	\$/ha	1.600	1.781	1.959
	Total	\$/ha	73.345	109.245	145.136
Primera poda de formación	Mano de obra	\$/ha	24.540	36.810	49.080
	Ropa seguridad	\$/ha	108	116	127
	Materiales	\$/ha	72	82	90
	Total	\$/ha	24.720	37.008	49.298

Anexos II RESUMEN DE COSTOS / COSTOS DE MANEJO (continuación)					
ITEM		UNID.	Co4011CA	Co4012CA	Co4013CA
Primera poda selectiva	Mano de Obra	\$/ha	26.994	40.491	53.988
	Ropa seguridad	\$/ha	119	127	140
	Materiales	\$/ha	79	90	99
	Total	\$/ha	27.192	40.709	54.228
Segunda poda selectiva	Mano de Obra	\$/ha	19.632	29.448	39.264
	Marcación	\$/ha	0	0	0
	Ropa seguridad	\$/ha	86	93	102
	Materiales	\$/ha	122	140	154
	Total	\$/ha	19.841	29.680	39.520
Tercera Poda Selectiva	Mano de Obra	\$/ha	19.632	29.448	39.264
	Marcación	\$/ha	1.963	2.945	3.926
	Ropa seguridad	\$/ha	86	93	102
	Materiales	\$/ha	122	140	154
	Total	\$/ha	21.804	32.625	43.446

ITEM		UNID.	Co4021CC	Co4022CC	Co4023CC
Desbroce	Mano de obra	\$/ha	0	0	26.994
	Ropa seguridad	\$/ha	0	0	220
	Materiales	\$/ha	0	0	242
	Total	\$/ha	0	0	16.441
Raleo a Desecho	Mano de obra	\$/ha	9.816	14.724	19.632
	Ropa seguridad	\$/ha	58	65	71
	Insumos	\$/ha	224	248	273
	Total	\$/ha	10.098	15.037	19.977
Primer Raleo Comercial	Mano de Obra	\$/ha	47.117	70.675	44.172
	Marcación	\$/ha	2.945	4.417	5.890
	Ropa seguridad	\$/ha	280	312	62
	Materiales	\$/ha	1.073	1.193	615
	Total	\$/ha	51.514	76.597	50.738

Anexos II RESUMEN DE COSTOS / COSTOS DE MANEJO (continuación)

ITEM		UNID.	Co4021CC	Co4022CC	Co4023CC
Segundo Raleo Comercial	Mano de obra	\$/ha	0	0	0
	Ropa seguridad	\$/ha	0	0	0
	Materiales	\$/ha	0	0	0
	Total	\$/ha	0	0	0
Tercer Raleo Comercial	Mano de obra	\$/ha	0	0	0
	Marcación	\$/ha	0	0	0
	Ropa seguridad	\$/ha	0	0	0
	Materiales	\$/ha	0	0	0
	Total	\$/ha	0	0	0
Primera poda de formación	Mano de obra	\$/ha	0	0	0
	Ropa seguridad	\$/ha	0	0	0
	Materiales	\$/ha	0	0	0
	Total	\$/ha	0	0	0
Primera poda selectiva	Mano de Obra	\$/ha	0	0	0
	Ropa seguridad	\$/ha	0	+0	0
	Materiales	\$/ha	0	0	0
	Total	\$/ha	0	0	0
Segunda poda selectiva	Mano de Obra	\$/ha	0	0	0
	Marcación	\$/ha	0	0	0
	Ropa seguridad	\$/ha	0	0	0
	Materiales	\$/ha	0	0	0
	Total	\$/ha	0	0	0
Tercera Poda Selectiva	Mano de Obra	\$/ha	0	0	0
	Marcación	\$/ha	0	0	0
	Ropa seguridad	\$/ha	0	0	0
	Materiales	\$/ha	0	0	0
	Total	\$/ha	0	0	0

Anexos II RESUMEN DE COSTOS / COSTOS DE MANEJO (continuación)

ITEM		UNID.	Co4021CC	Co4022CC	Co4023CC
Primera poda de formación	Mano de obra	\$/ha	0	0	0
	Ropa seguridad	\$/ha	0	0	0
	Materiales	\$/ha	0	0	0
	Total	\$/ha	0	0	0
Primera poda selectiva	Mano de Obra	\$/ha	0	0	0
	Ropa seguridad	\$/ha	0	+0	0
	Materiales	\$/ha	0	0	0
	Total	\$/ha	0	0	0
Segunda poda selectiva	Mano de Obra	\$/ha	0	0	0
	Marcación	\$/ha	0	0	0
	Ropa seguridad	\$/ha	0	0	0
	Materiales	\$/ha	0	0	0
	Total	\$/ha	0	0	0

COSTOS DE COSECHA

ITEM		UNID.	Co4011CA	Co4012CA	Co4013CA
Volteo	Mano de Obra	\$/ha	204.087	306.130	408.174
	Ropa seguridad	\$/ha	1.198	1.350	1.485
	Materiales	\$/ha	4.641	5.166	5.682
	Total	\$/ha	209.925	312.646	415.341
Madereo		\$/ha	2.475.988	2.723.587	3.258.405
Camino		\$/ha	331.155	367.950	404.745
Campamento		\$/ha	32.400	36.000	39.600

ITEM		UNID.	Co4021CC	Co4022CC	Co4023CC
Volteo	Mano de Obra	\$/ha	141.465	212.197	282.930
	Ropa seguridad	\$/ha	842	936	1.029
	Materiales	\$/ha	3.223	3.581	3.939
	Total	\$/ha	145.530	216.714	287.898
Madereo		\$/ha	1.716.257	1.887.882	2.258.596
Camino		\$/ha	331.155	367.950	404.745
Campamento		\$/ha	32.400	36.000	39.600

COSTOS DE MANTENCIÓN

ITEM		UNID.	Co4011CA	Co4012CA	Co4013CA
Costos mantención	Cortafuego	\$/ha	7.340	7.875	8.411
	Caminos	\$/ha	0	0	0

ITEM		UNID.	Co4021CC	Co4022CC	Co4023CC
Costos mantención	Cortafuego	\$/ha	7.340	7.875	8.411
	Caminos	\$/ha	0	0	0

COSTOS DE ADMINISTRACIÓN

ITEM		UNID.	Co4011CA	Co4012CA	Co4013CA
Impuestos	Cortafuego	%	0	0	0
Supervisión	Caminos	\$/ha	9.816	14.724	19.632
Seguro incendios, heladas y daño por viento	Primera mitad de la rotación	\$/ha	2.921	3.246	3.571
	Segunda mitad de la rotación	\$/ha	2.921	3.246	3.571
Depreciación		\$/ha	0	0	0

ITEM		UNID.	Co4021CC	Co4022CC	Co4023CC
Impuestos	Cortafuego	%	0	0	0
Supervisión	Caminos	\$/ha	5.875	14.724	19.632
Seguro incendios, heladas y daño por viento	Primera mitad de la rotación	\$/ha	2.921	3.246	3.571
	Segunda mitad de la rotación	\$/ha	2.921	3.246	3.571
Depreciación		\$/ha	0	0	0

COSTOS DE PROTECCIÓN FORESTAL

ITEM		UNID.	Co4011CA	Co4012CA	Co4013CA
Control y combate de incendios		\$/ha	2.570	2.856	3.142
Depreciación		\$/ha	2.203	2.448	2.693

ITEM		UNID.	Co4021CC	Co4022CC	Co4023CC
Control y combate de incendios		\$/ha	2.570	2.856	3.142
Depreciación		\$/ha	2.203	2.448	2.693

ANEXO III

RESUMEN DE INGRESOS POR PRODUCTO

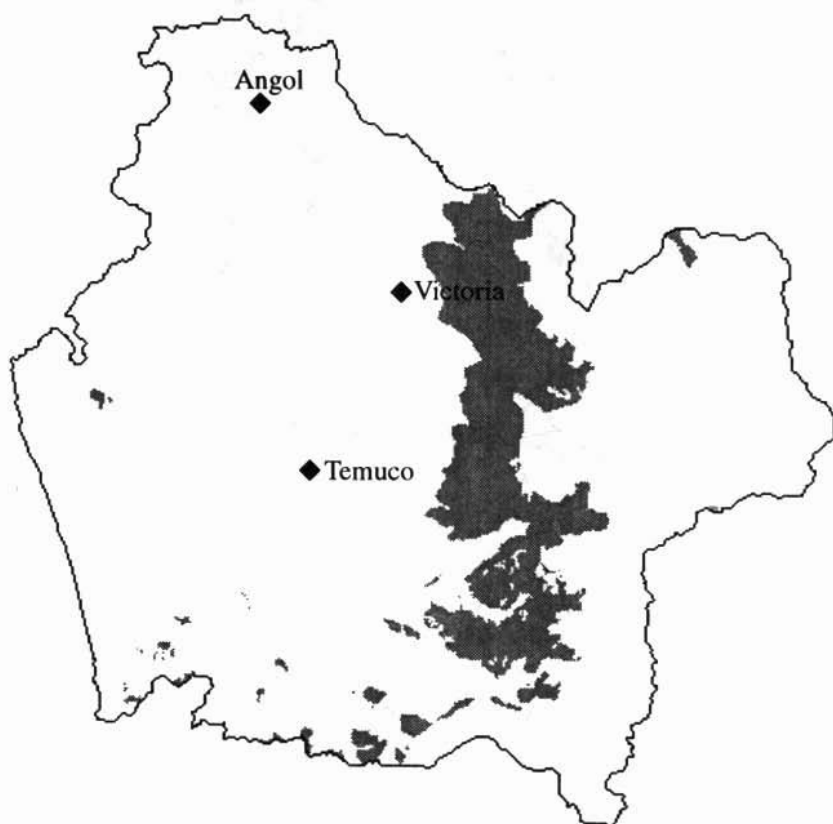
Productos	Primer Raleo			Segundo Raleo		
	Porcentaje (%)	Volumen m ³ /ha	Ingresos \$/ha	Porcentaje (%)	Volumen m ³ /ha	Ingresos \$/ha
Co4011CA						
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrable	0	0	0	40	22	197.667
Madera Pulpable	100	38	332.452	60	34	296.501
Total	100	38	332.452	100	56	494.168
Co4012CA						
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrable	0	0	0	40	22	179.698
Madera pulpable	100	38	302.229	60	34	269.546
Total	100	38	302.229	100	56	449.244
Co4013CA						
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrable	0	0	0	40	22	161.728
Madera pulpable	100	38	272.003	60	34	242.592
Total	100	38	272.006	100	56	404.319
Co4021CC						
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrable	0	0	0	0	0	0
Madera pulpable	100	38	848.813	0	0	0
Total	100	38	848.813	0	0	0
Co4022CC						
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrable	0	0	0	0	0	0
Madera pulpable	100	38	771.648	0	0	0
Total	100	38	771.648	0	0	0
Co4023CC						
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrable	0	0	0	0	0	0
Madera pulpable	100	38	694.483	0	0	0
Total	100	38	694.483	0	0	0

Productos	Tercer Raleo			Cosecha		
	Porcentaje (%)	Volumen m³/ha	Ingresos \$/ha	Porcentaje (%)	Volumen m³/ha	Ingresos \$/ha
Co4011CA Madera debobinable	0	0	0	30	299	15.758.603
Madera Aserrable	40	57	0	65	649	7.740.652
Madera Pulpable	60	86	760.430	5	50	441.197
Total	100	143	760.430	100	998	23.940.452
Co4012CA Madera debobinable	0	0	0	30	299	14.326.003
Madera Aserrable	40	57	0	65	649	7.036.957
Madera pulpable	60	86	691.300	5	50	401.088
Total	100	143	691.300	100	998	21.764.048
Co4013CA Madera debobinable	0	0	0	30	299	12.893.403
Madera Aserrable	40	57	0	65	649	6.333.261
Madera pulpable	60	86	622.170	5	50	360.979
Total	100	143	622.170	100	998	19.587.643
Co4021CC Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrable	0	0	0	70	484	5.778.244
Madera pulpable	0	0	0	30	208	1.834.921
Total	0	0	0	100	692	7.613.165
Co4022CC Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrable	0	0	0	70	484	5.252.949
Madera pulpable	0	0	0	30	208	1.668.110
Total	0	0	0	100	692	6.921.059
Co4023CC Madera debobinable	0	0	0	0	0	0
Madera Aserrable	0	0	0	70	484	4.578.847
Madera pulpable	0	0	0	30	208	1.454.034
Total	0	0	0	100	692	6.228.953

7.3	METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE COIGÜE, REGIONES VIII - X	96
7.3.1	Zona de estudio	96
7.3.2	Información general utilizada	96
7.3.3	Información específica utilizada	97
7.3.4	Requerimientos ecológicos de Coigüe	97
7.3.4.1	Temperatura media anual y mensual	97
7.3.4.2	Precipitación anual	97
7.3.4.3	Profundidad del suelo	98
7.3.4.4	Textura del suelo	98
7.3.4.5	Drenaje del suelo	98
7.3.4.6	Reacción del suelo	99
7.3.4.7	Altitud	99
7.4	ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE COIGÜE, VIII- X REGION	99
7.4.1	Área potencial para Coigüe en la VIII Región	99
7.4.2	Área potencial para Coigüe en la IX Región	101
7.4.3	Área potencial para Coigüe en la X Región	102
	Bibliografía	105
	Anexos	113

ANEXO I	: CUADRO RESUMEN <i>Nothofagus dombeyi</i>
ANEXO II	: RESUMEN DE COSTOS
ANEXO III	: RESUMEN DE INGRESOS
ANEXO IV	: LUSTRACIÓN DE LAS ÁREAS POTENCIALES REGIONALES

**DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE COIGÜE
IX REGIÓN**



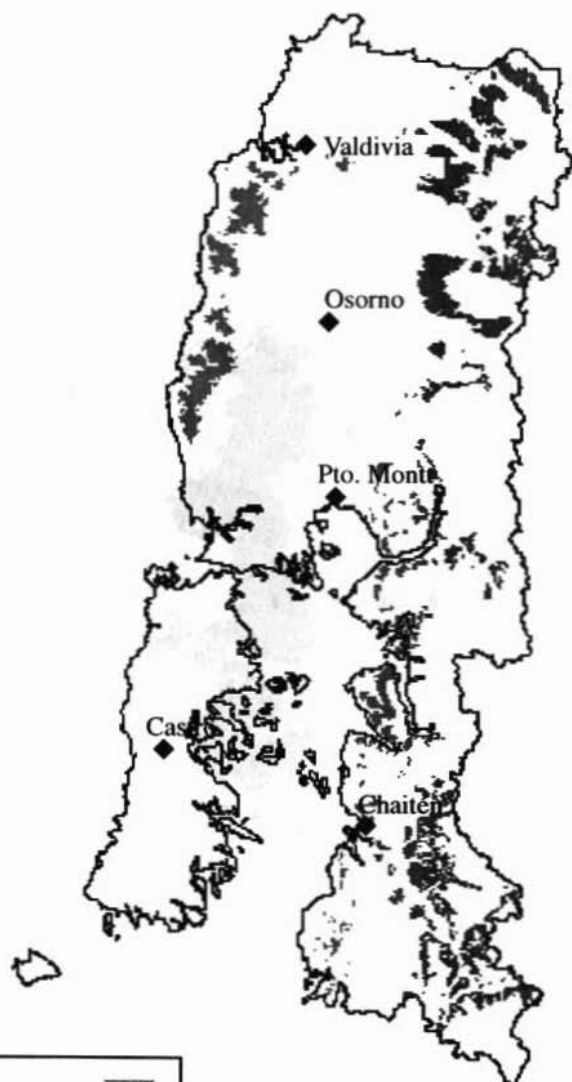
Zona apta



Zona no apta



**DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE COIGÜE
X REGIÓN**



Zona apta



Zona no apta

