

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
Departamento Silvicultura



ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS DE QUILLAY (*Quillaja*
saponaria Mol.) Y ESTUDIO DE UN BOSQUE NATURAL
UBICADO EN LA PROVINCIA DEL BIOBIO.

Por
JORGE VICTORINO LAGOS BREVIS

MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO
DE INGENIERO FORESTAL.

CONCEPCION - CHILE
1998

U N I V E R S I D A D D E C O N C E P C I O N

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

Departamento Silvicultura

ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS DE QUILLAY (*Quillaja saponaria*
Mol.) Y ESTUDIO DE UN BOSQUE NATURAL UBICADO EN LA
PROVINCIA DEL BIOBIO

MEMORIA PARA OPTAR
AL TITULO DE
INGENIERO FORESTAL.

CONCEPCION - CHILE

1998

ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS DE QUILLAY (*Quillaja saponaria*
Mol.) Y ESTUDIO DE UN BOSQUE NATURAL UBICADO EN LA
PROVINCIA DEL BIOBIO

Profesor Asesor

Miguel Espinosa Bancalari

Prof. Asociado. Ingeniero
Forestal Ph. D.

Profesor Asesor

Rene Escobar Rodríguez

Prof. Asociado. Técnico
Forestal

Director Departamento
Silvicultura

Eduardo Peña Fernández

Prof. Asistente. Ingeniero
Forestal M. Sc.

Decano Facultad de Ciencias
Forestales

Jaime García Sandoval

Prof. Asociado. Ingeniero
Forestal

Calificación de la memoria de título:

Miguel Espinosa Bancalari : Noventa puntos

Rene Escobar Rodríguez : Noventa puntos

A MIS PADRES, MIS
HERMANOS Y POR SUPUESTO
A GABRIELA.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios, por la bendición de ser uno de sus hijos y darme la oportunidad de obtener este título profesional.

Agradezco a mi familia, que me dio siempre el apoyo necesario para concretar esta meta y en especial a mi madre que desde niño me motivo para seguir adelante en mis estudios.

Quiero agradecer a cada persona que de una u otra forma colaboraron en la elaboración de esta memoria de título.

En especial doy las gracias a mi amigo y hermano en la fe Carlos Araya, junto a su familia, por su ayuda prestada en la elaboración de esta memoria de título.

También deseo expresar mi reconocimiento a mis profesores asesores Srs. Miguel Espinosa y Rene Escobar, a ambos por su objetiva orientación y sugerencias en el desarrollo de esta memoria.

A don Carlos Fritzsche Betancur por su excelente disposición al facilitar los rodales estudiados en su propiedad.

Gracias a todos los que con gran disposición y desinterés me ayudaron en los trabajos en terreno; mi hermano Ricardo, don Luis Cerda, don Carlos Fritzsche, José Burgos y José Contreras.

INDICE DE MATERIAS

CAPITULOS	PAGINA
I INTRODUCCION.....	1
II ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS.....	2
2.1 Antecedentes generales.....	2
2.1.1 Distribución geográfica.....	2
2.1.2 Consideraciones ecológicas.....	2
2.1.3 Importancia económica de la especie.....	3
2.2 Antecedentes silviculturales.....	7
2.2.1 Calidad y comportamiento de semillas.....	7
2.2.2 Reproducción asexual.....	8
2.2.3 Regeneración natural y artificial.....	10
2.2.4 Información dasométrica y volumétrica.....	16
2.2.5 Problemas fitosanitarios.....	17
2.3 Antecedentes legales de la especie.....	18
2.3.1 Reglamento para la exportación de corteza de Quillay.....	18
2.3.2 Normas para la explotación del Quillay.....	18
2.3.3 Decreto ley 701 y sus alcances para la especie.....	19
2.4 Estadísticas de los permisos para explotar Quillay en la VIII región entre	

		VI
	los años 1979 y 1996.....	21
	2.4.1 Explotación de corteza.....	22
	2.4.2 Descepado de árboles.....	25
III	MATERIALES Y METODOS.....	27
	3.1 Materiales.....	27
	3.1.1 Descripción del área de Estudio.....	27
	3.2 Métodos.....	28
	3.2.1 Obtención de datos.....	28
IV	RESULTADOS Y DISCUSION.....	32
	4.1 Resultados del inventario.....	32
	4.1.2 Descripción de los rodales.....	34
	4.2 Análisis fustal.....	36
	4.3 Prospección fitosanitaria.....	47
V	CONCLUSIONES.....	49
	5.1 Conclusiones de la revisión bibliográfica.....	49
	5.2 Conclusiones del estudio del bosque natural ubicado en la provincia del Bío-Bío.....	49
	5.2.1 Conclusiones generales.....	49
	5.2.2 Conclusiones del inventario.....	50
	5.2.3 Conclusiones del análisis fustal.....	50

		VII
	5.2.4 Conclusiones de la prospección fitosanitaria.....	51
VI	RESUMEN.....	52
	SUMMARY.....	53
VII	BIBLIOGRAFIA.....	55
VIII	APENDICES.....	60
	8.1 Apendice 1. Datos del inventario.....	61
	8.1 Apendice 2. Datos del análisis fustal.....	65
IX	ANEXOS.....	73
	9.1 Anexo 1. Tabla local de peso de corteza de Quillay.....	74
	9.2 Anexo 2. Problemas fitosanitarios.....	75
	9.3 Anexo 3. Registro estadístico de las explotaciones de Quillay en la octava región.....	77
	9.4 Anexo 4. Antecedentes legales relacionados con el Quillay.....	78
	9.4.1 Reglamento para la exportación de corteza de Quillay.....	78
	9.4.2 Normas para la explotación del Quillay.....	81
	9.4.3 Alcances del Decreto ley 701.....	83

INDICE DE TABLAS

TABLA N°		PAGINA
<u>En el texto</u>		
1	Número de árboles promedio de descepado, descortezado y rendimiento de corteza.....	24
2	Características dasométricas de los rodales estudiados, por especie y rodales.....	33
3	Características dasométricas de los rodales estudiados; resumen por rodales.....	34
<u>En el apéndice</u>		
1 A	Tabla de rodal. Número de árboles y área basal por hectárea y especie. Rodal A.....	61
2 A	Tabla de rodal. Número de árboles y área basal por hectárea y especie. Rodal B.....	62
3 A	Tabla de rodal. Número de árboles y área basal por hectárea y especie. Rodal C.....	63
4 A	Tabla de rodal. Número de árboles y área basal por hectárea y especie. Rodal D.....	63
5 A	Tabla de rodal. Número de árboles y área basal por hectárea y especie. Rodal E.....	64
6 A	Resumen de la información obtenida en el análisis fustal, altura, Dap y volumen, con	

	sus respectivos incrementos anuales. Árbol de rebrotes.....	65
7 A	Resumen de la información obtenida en el análisis fustal, altura, Dap y volumen, con sus respectivos incrementos anuales. Árbol de semillas.....	67
8 A	Volumen acumulado, en períodos de cinco años de los árboles de rebrotes y semillas, con sus incrementos periódicos anuales (IPA) y medios anuales (IMA).....	69
9 A	Dap acumulado, en períodos de cinco años de los árboles de rebrotes y semillas, con sus incrementos periódicos anuales (IPA) y medios anuales (IMA).....	70
10 A	Altura acumulada, en períodos de cinco años de los árboles de rebrotes y semillas, con sus incrementos periódicos anuales (IPA) y medios anuales (IMA).....	71
11 A	Volumen de madera, corteza comercial y no comercial en relación a la altura de los árboles.....	72

En el anexo

1 B	Tabla local de peso de corteza de Quillay. Comunas de Casa Blanca y Quilpué, provincia de Valparaíso. Base 296 árboles. Altura comercial igual a la altura en la cual las
-----	---

	ramas alcanzan un diámetro mínimo de utilización de 20 cm. (Fuente: Maldonado, 1967).....	74
2 B	Problemas fitosanitarios de <i>Quillaja</i> <i>saponaria</i> "Quillay", en el tipo forestal esclerófilo (Fuente: Cogollor et al., 1989).....	75
3 B	Clasificación taxonómica de los agentes que producen problemas fitosanitarios en <i>Quillaja saponaria</i> "Quillay" en el tipo forestal esclerófilo (Fuente: Cogollor et al., 1989).....	76
4 B	Registro estadístico de las explotaciones de Quillay en la octava región. Período 1979 a 1996.....	77

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	PAGINA
<u>En el texto</u>	
1	Quillay manejado con fines ornamentales..... 6
2	Actividades de reforestación con Quillay, en la IV Región, comuna de Illapel..... 12
3	Plantación de Quillay en la Reserva Nacional "Las Chinchillas"..... 14
4	Relación entre superficies utilizadas para explotar corteza y descepar árboles de Quillay..... 22
5	Explotaciones de corteza de Quillay entre el año 1979 y 1996 en la octava región (Fuente: Raggi, 1997)..... 23
6	Número de árboles promedio por hectárea utilizados para explotar corteza, intervenidos entre 1979 y 1996 en la octava región (Fuente: Raggi, 1997)..... 24
7	Rendimiento promedio de corteza por árbol entre 1979 y 1996 en la octava región (Fuente: Raggi, 1997)..... 25
8	Superficie promedio descepada entre 1979 y 1996 en la octava región (Fuente: Raggi,

	1997).....	26
9	Plano de ubicación del fundo Peña Blanca Sur.....	27
10	Diagrama representativo de las alturas en la que fueron extraídas las rodela para el análisis fustal. El fuste y ramas se identifican en orden de importancia por las letras a, b, c, d y e.....	31
11	Plano escala 1:10.000, con la identificación de los rodales estudiados.....	32
12	Ganado vacuno cerca de los rodales en estudio....	35
13	Relación porcentual del volumen total: (a) árbol de rebrotes , (b) árbol de semillas.....	37
14	Curvas de crecimiento de los árboles sometidos a análisis fustal: (a), Altura (m); (b), Dap (cm); (c), volumen (m ³).....	39
15	Curvas de análisis marginal de crecimiento en volumen del árbol proveniente de rebrotes: (a) volumen total, (b) incremento periódico anual (IPA) e incremento medio anual (IMA).....	41
16	Curvas de análisis marginal de crecimiento en volumen del árbol proveniente de semillas: (a) volumen total, (b) incremento periódico anual (IPA) e incremento medio anual (IMA).....	42
17	Curvas de análisis marginal de crecimiento	

	del Dap del árbol proveniente de rebrotes: (a) diámetro acumulado, (b) incremento periódico anual (IPA).....	43
18	Curvas de análisis marginal de crecimiento del Dap del árbol proveniente de semillas: (a) diámetro acumulado, (b) incremento periódico anual (IPA).....	44
19	Curvas de análisis marginal de crecimiento en altura del árbol proveniente de rebrotes: (a) altura acumulada, (b) incremento periódico anual (IPA).....	45
20	Curvas de análisis marginal de crecimiento en altura del árbol proveniente de semillas: (a) altura acumulada, (b) incremento periódico anual (IPA).....	46
21	<i>Rhyefenes humeralis</i> sobre Quillay recientemente descortezado.....	47

I. INTRODUCCIÓN.

El Quillay (*Quillaja saponaria* MOL.) es una especie ampliamente distribuida en el país; se encuentra desde la provincia de Limarí (IV Región) hasta la provincia del Bío-Bío (VIII Región), en la zona litoral, central y andina, desde los 15 a los 1600 m.s.n.m. (Rodríguez et al., 1983). Por esta razón, conforma un sinnúmero de comunidades vegetales, definidas por diferencias de precipitación, suelo, radiación solar, especies acompañantes, etc.

Considerando la gran distribución de esta especie, puede afirmarse que a través del tiempo ha pasado a formar parte de las diferentes comunidades sociales que conforma, debiendo satisfacer diversos requerimientos económicos, que en cada ecosistema varía por el conocimiento e importancia social que se le otorga.

De la misma manera, cada ecosistema que el Quillay integra necesita diferentes decisiones de manejo, por lo que es necesario contar con información que posibilite la toma de decisiones objetivas, las cuales dependen de las condiciones de cada sitio. El objetivo de este trabajo es entregar información relevante del aspecto silvicultural; estadísticas de su situación general en la VIII región, y los antecedentes legales relacionados con la especie. Además, se desea aportar al conocimiento de la misma entregando antecedentes ecológicos de una comunidad vegetal ubicada en las cercanías de su límite de distribución sur, a 3 km al sur-este de Estación Yumbel, pues los estudios hasta ahora realizados se concentran en las zonas áridas y semiáridas, pudiendo no ser representativos de su situación en el resto del país.

II. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.

2.1 Antecedentes generales.

El Quillay es un árbol polígamo-monoico o hermafrodita, perteneciente a la familia Rosaceae, que alcanza hasta 15 m de altura y un metro de diámetro (Rodríguez et al., 1983). Según Vita (1966) sin embargo, en suelos planos y profundos puede alcanzar los 30 m de altura y 1,5 m de diámetro.

2.1.1 Distribución geográfica. El Quillay es una especie endémica de Chile, de amplia distribución (Rodríguez et al., 1983). Aunque según Neuenschwander (1965), citado por Orellana y Fischer (1976), esta especie aparece en forma silvestre en Perú, Ecuador y Bolivia.

2.1.2 Consideraciones ecológicas. Correa y Guerra (1973), citados por Orellana y Fischer (1976), indican que el Quillay es un árbol intolerante pues su desarrollo es notoriamente menor al encontrarse en un dosel secundario.

El Quillay es una especie de crecimiento sostenido o libre, y por lo tanto de mayor desarrollo en tanto las condiciones de sitio le son más favorables (Oliver y Larson, 1990). Es un árbol adaptado a climas secos y cálidos, pero también se encuentra en sitios más frescos y húmedos e incluso soporta nieve y heladas (Rodríguez et al., 1983).

En general no crece en lugares expuestos directamente al mar, es por ello que en la cordillera de la costa se desarrolla en pendientes que van hacia el interior del valle central (Vita, 1974).

En el valle central crece en lugares asoleados y en los faldeos de los cerros más o menos secos y con escasa vegetación. En la VIII región constituye una asociación mixta con *Acacia caven*, *Lithrea caustica*, *Trevoa trinervis*, *Shinus poligamus*, *Peumus boldus*, entre otras especies. En la precordillera y en su límite altitudinal forma parte, como especie secundaria, del bosque mixto (Rodríguez et al., 1983).

Las precipitaciones y períodos de sequía son muy diferentes en las zonas extremas de su distribución geográfica, caracterizándose por presentar 10 meses de sequía y 150 mm anuales de precipitación en el extremo norte (Ovalle, IV Región), y cuatro meses de sequía y 1025 mm anuales de precipitación en el extremo sur (Los Angeles, VIII Región) (Gallardo y Gasto, 1987, Novoa et al., 1989).

2.1.3 Importancia económica de la especie. Su importancia económica esta basada, principalmente, en la exportación de su corteza, denominada en Europa "Palo de Panamá", la cual contiene entre un 10 y 19 % de saponinas, producto usado en la fabricación de champú, dentífricos, jabón líquido y cosméticos; como emulsionantes de grasas y aceites; como protectora de sustancias coloidales, en reveladores fotográficos, bebidas de fantasía, extinguidores de incendios; como espumantes; en la industria del papel ya que acrecienta el poder impregnante de los aprestos; en productos destinados a pulir metales como oro y plata; en el dorado del vidrio; en medicina, especialmente en enfermedades respiratorias y dérmicas. Cuando es administrada por vía oral, la saponina aumenta la respuesta inmunológica en animales de experimentación y estimula la permeabilidad de la mucosa intestinal lo que facilita la

emigración de anticuerpos. Puede encontrárseles mucho valor en la potenciación de vacunas orales. En veterinaria se utiliza como vomitivas para salvar animales envenenados, y devolver la fuerza a los animales gastados por el cansancio y a los que sufren de diarrea (Rodríguez et al., 1983, Martín, 1989). En Dinamarca actualmente están probando el uso de la saponina como coadyudante para la vacuna del SIDA (Lang, 1993, citado por Estévez, 1994).

Pero no tan sólo la corteza contiene saponina; este apreciado compuesto se encuentra también distribuido en todos los otros órganos del vegetal, con contenidos de 6,1% en las hojas, 8,8% en la madera y 10% en las ramillas. Si se aprovechara la totalidad de la biomasa del quillay se extraería menos ejemplares y no se dañaría tanto la masa forestal de esta especie (Martín, 1989).

Hoffmann (1992), indica que el Quillay es una planta de denominación mapuche, de amplio uso en ese pueblo. Las principales aplicaciones populares son en el tratamiento de la tos y bronquitis, lesiones de la piel y para prevenir la caída del cabello, además de su uso tradicional como jabón. Martín (1989), señala que la corteza es muy usada para prevenir el ataque de polillas a la ropa y para preparar insecticidas.

Martín (1989), indica que el Quillay y el Boldo, son explotadas por sus extraíbles, saponinas y alcaloides respectivamente, los cuales parecen cubrir las necesidades de abastecimiento que requiere el país, ya que aunque estos compuestos son ampliamente utilizados en la medicina y la industria, no es posible encontrarlos en las estadísticas de las importaciones nacionales.

Otro factor de importancia para la especie es la propiedad de su flor de ser muy buena productora de néctar, por lo que es muy cotizada en la producción apícola (Gallardo y Gasto, 1987).

Beltrán (1997)*, indica que la actividad apícola en Chile es de importancia relativamente mediana dentro del sector silvoagropecuario. Señala que la provincia del Bío-Bío era hasta hace dos años la zona que producía el 50% de la miel del país de la cual alrededor del 95% proviene de la flor del Quillay. Sin embargo de 600 mil toneladas que se producían en la zona, hoy sólo se produce un tercio por la corta de los quillayes. Esta situación se ve agravada por la llegada de alrededor de dos mil colmenas a la provincia, provenientes de las zonas frutícolas del norte.

Otros productos que se producen a partir del Quillay son leña y carbón, de la madera de los árboles volteados y descortezados, restantes del uso de la corteza (Maldonado, 1967).

Además, por su hermoso follaje verde-amarillento y brillante, y sus flores perfumadas, se le considera como un árbol de importante valor ornamental (Hoffmann, 1983). A la vez esta especie no presenta características alelopáticas, por lo cual se puede usar indistintamente en parques y jardines (Montenegro et al., 1987, citados por Vita, 1989). En la Figura 1 se muestra un ejemplar de la especie, que con fines ornamentales fue sometido a podas, limitando su desarrollo y transformándolo en un pequeño arbusto de forma más o menos redonda.

*Beltrán, J. Presidente de "Apilang" (Asociación de apicultores de Los Angeles). Comunicación personal.



Figura 1. Quillay manejado con fines ornamentales.

Vita (1981), destaca la importancia de esta especie en experiencias de silvopastoreo, debido a sus características de crecer en masas abiertas, permitiendo el desarrollo de gramíneas y arbustos entre sus ejemplares. Pichard et al. (1988), obtuvieron muestras de hojas maduras de Quillay, entre otras especies conocidas por su uso en alimentación ovina en pastoreo extensivo, con el fin de determinar su composición química y factibilidad de uso como alimento en praderas. Concluyeron que el aporte nutricional de las hojas en el ramoneo era mínimo.

Martín (1989), señala que la madera es muy apreciada para confeccionar estribos de monturas de husos por ser compacta y resistente; esta característica permite que sea usada para hacer bateas, palas y otros utensilios caseros.

2.2 Antecedentes silviculturales.

2.2.1 Calidad y comportamiento de semillas. La semilla de Quillay es de 5 a 7 mm de largo y de 1 a 2 mm de ancho, comprimidas, terminadas en un ala membranacea de 6 a 7 mm de largo (Rodríguez et al., 1983).

Orellana y Fischer (1976), en un estudio de semillas de Quillay de diversas procedencias, determinaron capacidades germinativas entre 8 y 87%; energías germinativas entre 3 y 67%; porcentajes de pureza entre 8,74 y 38,88%; 5,0 a 10,5 g en mil semillas y sobrevivencia en el vivero en la primera temporada entre 50,00 a 81,82%. Estos autores afirman que la variación observada en las características de las semillas no es del tipo clinal, ni esta relacionada con algún gradiente climático. La variación sería ecotípica, es decir, definidas por el hábitat en que se desarrollan los árboles que fueron usados como semilleros. Es así como en los mejores sitios se obtuvieron semillas de mayor calidad. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Vita (1970), quien determinó que el efecto de la procedencia es muy significativo sobre la capacidad y energía germinativa, pureza y número de semillas por kilogramo.

Vita (1974), determinó que semillas de Quillay almacenadas por 16 meses a temperatura ambiente interior alcanzan una capacidad germinativa del orden del 26% y después de un año de almacenamiento en bolsa plástica, a temperatura

ambiente, se obtiene una capacidad germinativa de 50%.

Wiberg (1991), indica que las semillas de Quillay se pueden almacenar hasta cinco meses a temperatura ambiente sin control de la humedad, obteniéndose un 91% de capacidad germinativa. Con almacenamiento frío con control de humedad, obtuvo valores de germinación más uniformes y la capacidad germinativa al cabo de 12 meses descendió sólo a 83,33%.

Wiberg (1991), señala que no existe una relación directa entre los contenidos de humedad de las semillas y la capacidad germinativa. Con temperaturas entre 10 y 25°C, se alcanzan capacidades germinativas que fluctúan entre 89 y 94,33%. 35°C fue una condición de germinación letal para la especie; con esta temperatura la mayoría de las semillas son atacadas y dañadas por hongos. La mejor época de siembra, en vivero, es el mes de julio, con un período aproximado de permanencia en el vivero de 10 a 12 meses, teniendo como fecha tope para realizar el repique el mes de octubre, pues más adelante la tasa de mortalidad llega a valores que varían entre 20 y 30%.

2.2.2 Reproducción asexual. Mera (1990), determinó la factibilidad de propagar vegetativamente la especie, a través de estacas, siendo la época invernal en invernadero con sustrato arenoso la mejor interacción entre la época, ambiente y sustrato. Además la aplicación de sustancias reguladoras de crecimiento, en la región basal de la estaca, favorece el desarrollo de raíces, siendo el ácido Indolbutírico con el que se obtienen mejores resultados, por sobre la Naftalenacetamida. En ambiente de vivero se produce, durante el período invernal, un 100% de mortalidad

de las estacas.

Según Vita (1974), el método más fácil y frecuente de regeneración, en zonas en las que existieron bosques de Quillay, es la vía vegetativa, a partir de retoños desde los tocones.

El Quillay, como otras especies del valle central, después de ocurrido un incendio produce rebrotes provenientes de yemas que no han sido afectadas por el fuego o que se encuentran bajo la superficie del suelo en estructuras llamadas lignotubers, por medio de las cuales se repone la cubierta vegetal (Ávila et al., 1989, Villaseñor y Saiz, 1993, citados por Estévez, 1994).

Estévez (1994), determinó que el Quillay posee una capacidad de retoñación excelente, que permite asegurar el establecimiento de una futura masa boscosa. El origen biológico de las yemas corresponde en un 4,73% al tipo adventicio, 8,36% de lignotuber y las más abundantes las epicórmicas con 86,91%. La retoñación es influenciada considerablemente por la cobertura que poseen los vástagos en pie remanentes en una zona intervenida. La mayor capacidad de generar retoños (ejes), corresponde a los nudos de yemas de lignotuber, con un promedio de 5,41 ejes/nudo, luego los nudos epicórmicos con 4,09 ejes/nudo y por último, los provenientes de yemas adventicias con 3,58 ejes/nudo. La ubicación de los nudos en el vástago explotado es muy amplia para aquellos originados de yemas epicórmicas, distribuyéndose en toda la periferia disponible, desde los 0 a 40 cm de altura del tocón. Las adventicias se ubican en la parte superior del tocón, quedando éstas definidas por la altura de corte efectuada.

Finalmente, las del lignotuber se ubican bajo el nivel del suelo, aproximadamente a 20 cm de profundidad. El comportamiento del diámetro basal, para los tres tipos de retoños, es el mismo, siendo levemente superior el diámetro alcanzado por los retoños del lignotuber. Sin embargo, el comportamiento en altura es diferente, pues los retoños adventicios y epicórmicos son de menor altura que los de lignotuber.

2.2.3 Regeneración natural y artificial. Regeneración natural. Vita (1990), determinó que a diferencia de lo que ocurre en otras áreas donde crece Quillay, en la Comunidad Agrícola de Cuz-Cuz, Comuna de Illapel, se produce y desarrolla regeneración natural de semillas. La regeneración natural por semillas se vio favorecida en forma muy significativa por la protección producida por la presencia de arbustos o rocas, ante el ataque de la fauna silvestre y el ganado en el lugar. En cambio, bajo las condiciones existentes en la proyección vertical de las copas de los ejemplares adultos de Quillay, la cantidad de plántulas de la especie no difiere en forma significativa con la del exterior, sin protección. Además de otras causas no analizadas como es el caso de la producción de semillas. La cantidad de plántulas emergentes en un año determinado depende en parte importante del monto y distribución de las precipitaciones correspondientes a ese año, sin que se observe algún efecto del tratamiento del suelo sobre la regeneración natural por semillas.

Regeneración artificial. Vita (1990), señala que la forestación por siembra directa es muy deficiente, tanto en lo que se refiere a germinación como a sobrevivencia. En la forestación por plantación, la sobrevivencia durante el

primer período vegetativo es muy dependiente del monto y distribución de las precipitaciones caídas durante ese año; en cambio, esta dependencia es menor a partir del segundo año de efectuada la plantación. En períodos de sequía (como el ocurrido durante 1988 y primer semestre de 1989) existe una mayor presión de consumo por parte de la fauna silvestre y el ganado sobre la regeneración de Quillay, sea natural o artificial, debido a que es la única vegetación que sobrevive en estado verde en los ambientes estudiados, por lo que es necesario dar algún tipo de protección a las plántulas.

Prado (1978), señala que las plantaciones en cepellón favorecen el prendimiento y desarrollo inicial e indica que para el Quillay el método de producción de plantas y la calidad de éstas parece incidir más que la preparación del suelo.

Prado (1979), indica que las plantaciones en cepellón favorecen la supervivencia de las plantas, así como su desarrollo y que el tamaño del hoyo no tiene mayor incidencia en la supervivencia de las plantas después del primer año, pero sí sobre su desarrollo. Además, el método empleado para producir plantas no tiene una influencia significativa sobre la supervivencia, después que las plantas se han arraigado, pero sí la tienen sobre el desarrollo en altura, ya que las plantas producidas en macetas muestran incrementos significativamente superiores a los obtenidos por plantas a raíz desnuda.

Prado et al. (1983), determinaron que el método de producción de plantas de Quillay para ser empleadas en zonas de escasa pluviometría es el de "producción en

macetas", ya que afecta positivamente el desarrollo en altura en los primeros años e incide en la supervivencia de las plantas por lo menos hasta el sexto año.

En la Figura 2 se muestran actividades de reforestación, en la comuna de Illapel, IV Región, llevadas a cabo el 9 de septiembre de 1996, en las cuales se utilizaron plantas producidas en contenedores, en virtud de los estudios y resultados obtenidos a la fecha. Es importante sin embargo, no perder la perspectiva de la ubicación geográfica en la que se realizan estos trabajos, pues corresponde al límite norte de la distribución natural de la especie, en suelos con problemas de fertilidad y escasa pluviometría, de sólo 200 mm anuales.



Figura 2. Actividades de reforestación con Quillay, en la IV Región, comuna de Illapel.

Wrann e Infante (1988), indican que en una plantación de *Eucalyptus camaldulensis* y *Quillaja saponaria*, el factor individual más importante es el control de la vegetación competitiva, que permite asegurar la supervivencia y crecimiento inicial de las plantaciones y los mejores resultados los obtuvieron al combinar la preparación del suelo con subsolador y la aplicación de fertilizante (N-P-K) con control de la vegetación competitiva, lográndose resultados altamente satisfactorios, en consideración a las características de la zona árida de Chile.

La fertilización afecta positivamente el desarrollo de las plantas, si se aplica en conjunto con el herbicida. Al no combinar ambas aplicaciones baja la sobrevivencia de las plantas por un mayor desarrollo de la competencia (Wrann e Infante, 1988). Confirmando de esta forma las apreciaciones hechas por Prado et al. (1983), referidas a la necesidad de aplicar fertilizantes para corregir deficiencias que presentan los suelos de la zona árida y semiárida.

Vita y Hernández (1986), indican que para el establecimiento de Quillay, en el caso de no existir vegetación natural arbustiva, ramas o rocas, que proporcionen protección a las plántulas, es necesario protegerlas primeramente por el ataque de lagomorfos y posteriormente del ramoneo por ganadería, al menos durante la etapa de brinzal (1,5 m de altura).

En la Figura 3, se muestra un Quillay protegido, hasta los 45 cm de altura, del ataque de lagomorfos presentes en el área, por medio de una malla; el ejemplar tiene alrededor de un metro de altura, pertenece a la Reserva Nacional "Las Chinchillas", sector Torca, correspondiente a una

plantación realizada el 28 de julio de 1994; la foto fue tomada el 9 de septiembre de 1996, por lo que si se considera que la planta inicialmente media 30 cm, creció alrededor de 30 cm anuales.



Figura 3. Plantación de Quillay en la Reserva Nacional "Las Chinchillas".

Otro factor que en algún momento puede tomar importancia para el establecimiento y desarrollo de la especie es el conocimiento de sus relaciones con micorrizas. Torres (1990), estudió cuatro vegetales leñosos: *Quillaja saponaria*, *Acacia caven*, *Prosopis chilensis* y *Atriplex nummularia*, determinando que son especies micorrizables que forman asociaciones simbióticas radiculares del tipo conocido como micorrizas versículo arbusculares (MVA). Además, son microsimbiontes radiculares en la relación antes indicada, en un conjunto de hongos pertenecientes a los géneros *Glomus* y *Gigasporas*.

Godoy et al. (1991), señalan al respecto, que en *Quillaja saponaria* las cepas de *Glomus intraradices* y *Glomus aggregatum* se presentan superiores en un mayor número de variables morfométricas, destacándose significativamente *Glomus intraradices* como el mejor tratamiento respecto al índice de calidad de sus plántulas.

Escobar (1998)⁷, indica que la especie en la octava región hay que sembrarla en el mes de marzo por las diferencias de temperaturas medias mensuales, con respecto a la zona centro-norte. Además, señala que es muy sensible al transplante, al trabajar a raíz desnuda; sin embargo, en contenedores es una especie de fácil establecimiento, pudiendo obtener en la región crecimientos iniciales cercanos a 1,5 m de altura por año.

En la octava región el principal uso que se le ha dado a la especie ha sido con fines ornamentales: en setos vivos,

⁷Escobar, R. Técnico Forestal. Profesor de Viveros y Repoblación. Facultad de Cs. Forestales, Universidad de Concepción. Comunicación personal.

parques y jardines. Despertado el interés de algunos productores apícolas sólo en el último tiempo (Escobar, 1998)*.

2.2.4 Información dasométrica y volumétrica. El crecimiento en altura del Quillay en la zona árida y semiárida varía, en promedio, entre 10 y 15 cm de altura por año (Prado et al., 1983).

La producción en volumen cúbico de madera, en el tipo forestal esclerófilo, fluctúa entre 0,803 y 6,23 m³/ha por año (valores dados para áreas en que las especies consideradas son Quillay, Litre, Espino, Tralhuén, Peumo y Boldo). Los valores más bajos corresponden a densidades bajas de 50 a 60 individuos por hectárea y los más altos a densidades de alrededor de 100 individuos por ha consideradas sólo las especies nombradas. De estos rodales se obtienen de 40 a 116 kg de corteza seca de Quillay por hectárea y alrededor de 1.200 kg de carbón, en áreas de alta densidad. En áreas de baja densidad el rendimiento es de 14 a 19 kg de corteza de Quillay y 150 a 680 kg de carbón por hectárea. Estos valores se obtienen de árboles mayores o iguales a 25 cm de diámetro a la altura de tocón (Dat.) (Encina y Latorre, 1977, citados por Donoso, 1981).

Especies como Quillay, Peumo y Boldo en condiciones favorables alcanzan a 0,8 cm de crecimiento medio anual en diámetro (Hormann, 1967, Hormann y Matte, 1968, Vita, 1972, citados por Donoso, 1981).

*Escobar, R. Técnico Forestal. Profesor de Viveros y Repoblación. Facultad de Cs. Forestales, Universidad de Concepción. Comunicación personal.

Gajardo y Verdugo, (1979), determinaron una función para estimar el peso de corteza de Quillay, en la V Región, considerando como variables la altura comercial en metros, el Dap en centímetros y el número de ramas; la ecuación obtenida es la siguiente:

$$\text{Corteza (kg)} = e^{-4,3440} * \text{HC}^{0,79005} * \text{Dap}^{1,5396} * (\text{NR} + 1)^{0.11935}$$

donde :

- e : base de logaritmos naturales
- HC : altura comercial (m)
- Dap : diámetro a la altura de pecho (cm)
- NR : número de ramas

Maldonado (1967), con el fin de poder estimar el peso, en kilogramos, de corteza de Quillay, confeccionó una tabla local para las comunas de Casa Blanca y Quilpué, en la provincia de Valparaíso en la cual con el Dap y la altura comercial (diámetro límite de utilización 20 cm) se obtiene el peso de corteza seca al 15% (Tabla 1-B, Anexo 1).

2.2.5 Problemas fitosanitarios. En la Tabla 2-B (Anexo 2), se enumera una serie de agentes que producen problemas fitosanitarios en el tipo forestal esclerófilo; específicamente en las regiones Metropolitana, V y VI; en los bosques existentes en las Reservas Nacionales Río Clarillo, Río de los Cipreses y Reserva Forestal Lago Peñuelas, indicando la especie de cada uno, localización en el árbol y porcentaje de presencia. En la Tabla 3-B (Anexo 2) se presenta la clasificación taxonómica de los agentes

antes mencionados y el lugar en que fueron encontrados en el árbol (Cogollor et al., 1989).

2.3 Antecedentes legales de la especie.

Los antecedentes legales concernientes al Quillay comienzan con el Decreto N° 4.363.- del Ministerio de Tierras y Colonización, conocido como "Ley De Bosques", del 30 de junio de 1931, publicado en el Diario Oficial el 31 de julio del mismo año. El Artículo 19 de esta ley expresa que: "Se autoriza al Presidente de la República para reglamentar la explotación de las cortezas que contengan sustancias tánicas, saponinas y la recolección de frutos de árboles y arbustos nativos", haciendo una clara referencia a las saponinas de Quillay que ya se explotaba en esa época.

2.3.1 Reglamento para la exportación de corteza de Quillay.

El 15 de Septiembre de 1938, aunque aun no se había reglamentado la explotación de las cortezas de Quillay, se aprobó el decreto supremo N° 1.247, de Requisitos para la Corteza de Quillay de Exportación, por el Consejo Nacional de Comercio Exterior, el cual se detalla en el Anexo 4.

2.3.2 Normas para la explotación del Quillay.

Como se indicó anteriormente en el artículo 19 de la Ley de Bosques del año 31, el presidente de la república, haciendo uso de la facultad que le fue conferida, normó la explotación del Quillay por medio del Decreto Supremo N° 366 del 17 de febrero de 1944, publicado en el diario oficial el 30 de marzo del mismo año, del Ministerio de Tierras y Colonización, que reglamenta la explotación del Quillay, entre otras especies.

En el referido decreto, entre los artículos 3° y 11°, que se detallan en el Anexo 4, se reglamenta la forma y condiciones para el uso del Quillay.

2.3.3 Decreto ley 701 y sus alcances para la especie. Desde el 21 de marzo de 1979, se reemplazó el texto del Decreto Ley 701, de 1974, manteniendo el mismo número de Decreto Ley. En virtud de lo que indica el artículo 21 de la referida ley, cualquier acción de corta o explotación de bosques, efectuada o no en terrenos calificados de aptitud preferentemente forestal, deberá hacerse previo plan de manejo aprobado por la Corporación Nacional Forestal. Los alcances legales al no cumplir este decreto ley se indican en el Anexo 4.

Posteriormente el 1° de septiembre de 1980, se aprobó el reglamento del decreto ley n° 701, de 1974, sobre fomento forestal, en el cual se indica, en el artículo 19°, que: "Para determinar el método de corta o explotación de bosque nativo, se reconocen los tipos forestales, señalando en la letra "K" del mismo artículo que el tipo forestal esclerófilo es aquel que se encuentra representado por la presencia de, a lo menos, una de las especies que a continuación se indican, o por la asociación de varias de ellas. Las especies que constituyen este tipo son: Quillay (*Quillaja saponaria*), Litre (*Lithraea cáustica*), Peumo (*Cryptocaria alba*), Espino (*Acacia caven*), Maitén (*Maytenus boaria*), Algarrobo (*Prosopis chilensis*), Belloto (*Beilschmiedia miersii*), Boldo (*Peumus boldus*), Bollén (*Kageneckia oblonga*), Molle (*Schinus latifolius*) y otras especies de distribución geográfica similar a las ya indicadas.

Además según lo señalado en los artículos 23° y 24°, correspondientemente, del mismo reglamento los métodos de corta para el Quillay son los de protección y selectiva. En el caso de la corta de protección el propietario deberá establecer 3000 plántulas por hectárea como mínimo, de las mismas especies cortadas del tipo, homogéneamente distribuidas y en el caso de la corta selectiva solamente podrá extraerse hasta el 35% del área basal del rodal, debiendo establecerse como mínimo 10 plantas de la misma especie por cada individuo cortado, o 3000 plantas por hectárea del tipo correspondiente; en ambos casos homogéneamente distribuidos. Una nueva corta selectiva en el mismo rodal, solamente se podrá efectuar una vez transcurridos cinco años desde la corta anterior.

Díaz (1997)*, indica que la CONAF esta enfrentando la explotación del Quillay en tres contextos diferentes:

- Si la superficie arbolada es mayor a 10 hectáreas, el plan de manejo deberá ser suscrito por un ingeniero forestal o ingeniero agrónomo especializado, cualquiera sea la superficie a cortar o explotar.

- En el caso que la superficie arbolada sea menor a 10 hectáreas y la superficie total del predio no exceda de 200 hectáreas, los propietarios se podrán acoger a un plan de manejo simplificado "por adhesión" elaborado por ingenieros forestales de la Corporación.

*Díaz, A. Ingeniero Forestal. Jefa Sección Administración de la Legislación Forestal VIII Región. Corporación Nacional Forestal. Comunicación Personal.

- Por último cuando se desee cortar árboles aislados la Corporación dispondrá de una solicitud especial para estos efectos.

2.4 Estadísticas de los permisos para explotar Quillay en la VIII región entre los años 1979 y 1996.

Los registros de los permisos emitidos por el SAG en la VIII Región fueron recopilados con el objeto de establecer relaciones que permitan inferir algunas conclusiones respecto al estado y conservación de la especie, cuya responsabilidad recayó hasta el año 1996 en el DEPROREN (Departamento de Protección de los Recursos Naturales), de la misma institución. Los parámetros del registro son los mismos que se encuentran en los informes técnicos elaborados por funcionarios del Servicio Agrícola y Ganadero para cada solicitud autorizada. La información recopilada se resumió en totales por año, diferenciándose la correspondiente a explotación de corteza y descepadura de árboles, indicando el número de solicitudes, árboles involucrados y superficie afecta (Tabla 4-B, Anexo 3).

Es necesario diferenciar las solicitudes que están orientadas a la explotación de corteza y aquellas que se autorizan para descepar los árboles. El 76% de la superficie autorizada a intervenir corresponde a explotación de corteza y el 24% a descepadura (Figura 4). Por esta razón el análisis aquí en adelante se realizara separadamente.

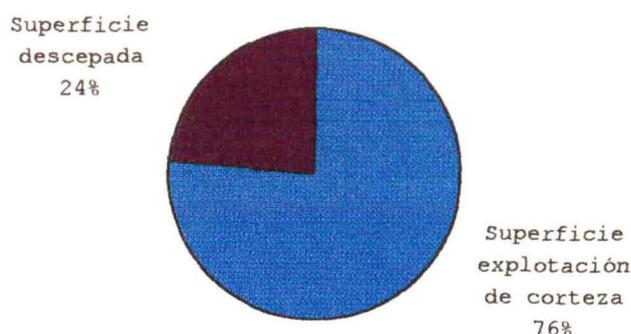


Figura 4. Relación entre superficie utilizada para explotar corteza y descepar árboles de Quillay.

2.4.1 Explotación de corteza. La explotación de corteza del Quillay en la región se realiza en bosques provenientes de la vegetación nativa, que en su gran mayoría nunca han sido manejados y en algunos casos han sido sometidos a más de una explotación, y aunque la ley obliga proteger los rebrotes originados por los tocones remanentes, por lo general no ocurre así, primando un criterio principalmente extractivo.

Como se indicó anteriormente, el 76% de la superficie autorizada a intervenir, por el SAG, en la VIII región, corresponde a explotación de corteza, obteniéndose en el período un total de 2.936,68 toneladas, con cinco años de alta producción (sobre 300 toneladas): 1979, 1982, 1983, 1995 y 1996 (Figura 5). Sin embargo es necesario considerar por separado los años 1995 y 1996, en los cuales se produjo una fuerte participación de la provincia de Ñuble, llegando al 51,4% y 52,4% de la superficie intervenida en la región, respectivamente; este factor es de importancia al momento de analizar la información pues esta provincia no tuvo una participación mayor al 5% en los años anteriores.

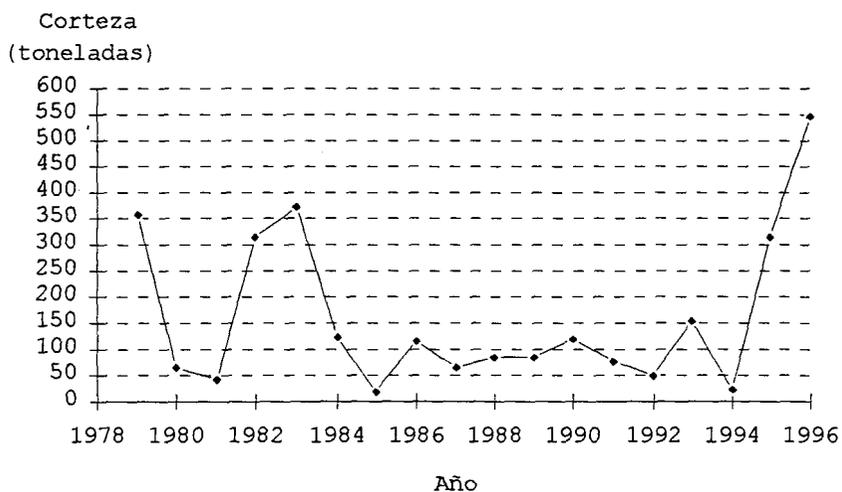


Figura 5. Explotaciones de corteza de Quillay entre el año 1979 y 1996 en la octava región (Fuente: Raggi, 1997).

En la Tabla 1 se entrega el número de árboles promedio de descegado, descortezado y rendimiento de corteza, en ella se puede observar que el rendimiento promedio de corteza por hectárea fue 507,9 kg con una densidad promedio de 27 árb./ha rendimientos muy superiores a los señalados por Encina y Latorre (1977), quienes indican que en áreas de alta densidad se puede obtener hasta 116 kg de corteza por ha (Encina y Latorre, 1977, citados por Donoso, 1981).

En Figura 6 se muestra como a través de los años existe una tendencia a permanecer constante el número de árboles descortezados por hectárea, con un aumento importante sólo el año 1988. Sin embargo existe una tendencia a disminuir el rendimiento unitario promedio de corteza por árbol (Figura 7), lo que indicaría que se están explotando árboles más jóvenes y de menor desarrollo (Raggi, 1997).

Tabla 1. Número de árboles promedio de descepado, descortezado y rendimiento de corteza.

Año	Densidad promedio descepado (árb./ha)	Densidad promedio descortezado (árb./ha)	Rendimiento unitario promedio (kg/árb.)	Rendimiento promedio por hectárea (kg/ha)
1979	131	20	31,7	649,6
1980	27	21	24,1	496,4
1981	17	18	25,0	448,8
1982	21	22	27,8	615,6
1983	19	26	26,2	679,4
1984	21	54	11,4	608,2
1985	19	20	23,6	481,9
1986	17	21	20,0	428,8
1987	28	31	51,8	1597,5
1988	28	84	4,4	369,0
1989	23	12	18,6	223,0
1990	17	29	10,8	316,5
1991	27	25	16,8	423,9
1992	51	23	4,5	104,0
1993	35	36	14,5	523,6
1994	16	19	28,6	528,3
1995	17	12	23,5	277,9
1996	57	17	21,3	369,0
Promedio	32	27	21,4	507,9

Fuente: Raggi (1997).

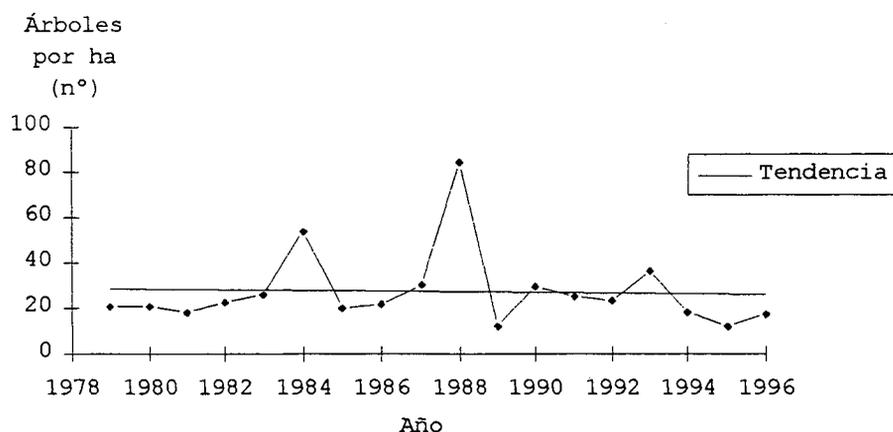


Figura 6. Número de árboles promedio por hectárea utilizados para explotar corteza, intervenidos entre 1979 y 1996 en la octava región (Fuente: Raggi, 1997).

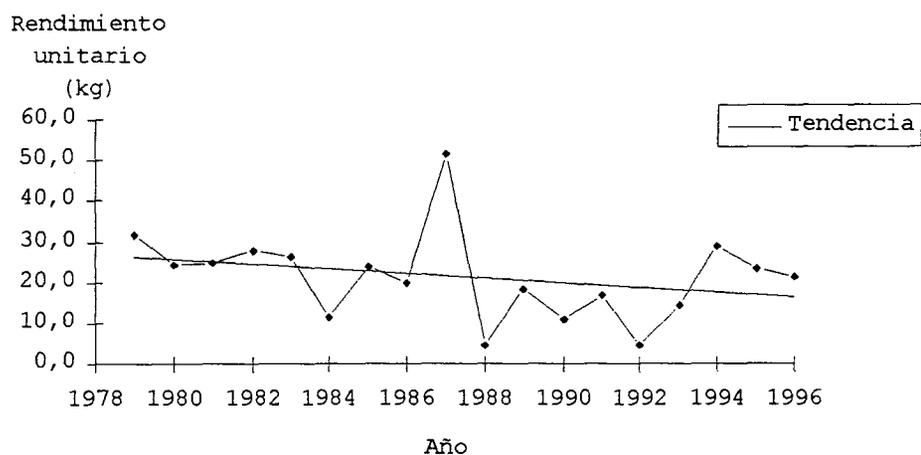


Figura 7. Rendimiento promedio de corteza por árbol entre 1979 y 1996 en la octava región (Fuente: Raggi, 1997).

2.4.2 Descegado de árboles. El descegado de árboles de Quillay significa que los ejemplares son cortados y se extraen sus sistemas radiculares de tal manera que en este caso no existe ninguna posibilidad que se regenere o rebrote un nuevo bosque, como cuando sólo son cortados los árboles.

Raggi (1997), indica que las razones presentadas en las solicitudes para descepar Quillay son las siguientes, en orden de importancia:

- Habilitar terrenos para reforestar con especies exóticas, pino radiata en el 85% de los casos y eucaliptus en un 15%, en áreas que se clasifican como clase VI o VII de capacidad de uso.
- Habilitación de suelos de aptitud agrícola (clase IV de capacidad de uso) para fines agrícolas.

En la Figura 8 se observa la superficie promedio descepada entre 1979 y 1996 en la octava región, la que muestra una tendencia positiva, que se explica, principalmente, por el interés de reforestar con especies exóticas. Este hecho depende, principalmente, de los propietarios de predios particulares de pequeño tamaño, dado que el fomento forestal opera en forma simple al tratarse de superficies menores a 200 ha y menos de 10 ha arboladas (Raggi, 1996).

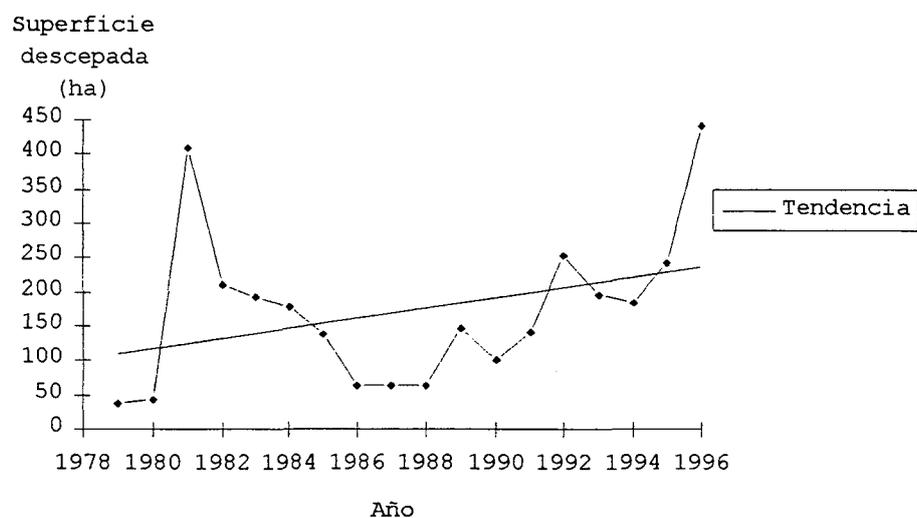


Figura 8. Superficie promedio descepada entre 1979 y 1996 en la octava región (Fuente: Raggi, 1997).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Materiales.

3.1.1 Descripción del área de Estudio. El fundo Peña Blanca Sur posee una superficie total de 424,6 ha y se ubica en la provincia del Bío-Bío, comuna de Yumbel, a 3 km de Estación Yumbel (Figura 9). Sus coordenadas geográficas son $37^{\circ}31'30''$ - $37^{\circ}10'30''$ Latitud Sur y $72^{\circ}29'40''$ - $72^{\circ}31'00''$ Longitud Oeste.

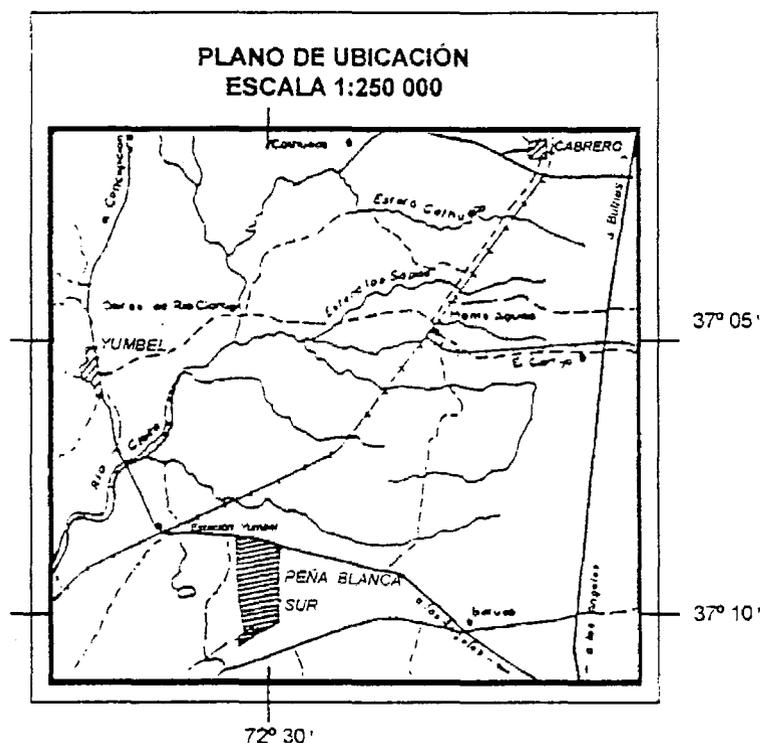


Figura 9. Plano de ubicación del fundo Peña Blanca Sur.

El clima del área es del tipo mediterráneo temperado, y particularmente corresponde al agroclima Chillán que se encuentra en el Llano Central, desde la latitud 36° S, al norte de Linares, hasta los $38^{\circ}40'S$, al noroeste de Temuco.

El régimen térmico de la zona se caracteriza por una temperatura media anual de 14°C, con una máxima media del mes más cálido (enero) de 28,8°C y una mínima media del mes más frío (julio) de 3,5°C. El período libre de heladas es de cinco meses, de noviembre a marzo. La temperatura media mensual se mantiene sobre 8°C, excepto en julio que es de 7,9°C (Novoa et al., 1989).

El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual de 1.025 mm, siendo el mes de junio el más lluvioso, con 217 mm. La estación seca es de cuatro meses, de diciembre a marzo inclusive (Novoa et al., 1989).

El fundo Peña Blanca Sur presenta una topografía predominante de lomajes suaves. Los suelos son derivados de arenas andesíticas basálticas provenientes del gran cono aluvial del río Laja, presentándose en el fundo las series Santa Teresa y Arenales.

La serie de suelos Santa Teresa, correspondiente al área del estudio, se caracteriza por presentar una napa freática alta que limita el desarrollo de los árboles y restringe las posibilidades de uso del suelo. Gran parte del suelo en invierno tiene un nivel freático en o cerca de la superficie (Carrasco y Millán, 1990).

3.2 Métodos.

3.2.1 Obtención de datos. La obtención de la información necesaria para cumplir con los objetivos planteados se realizó entre los meses de octubre de 1996 y julio de 1997. Consistió en el muestreo aleatorio estratificado de un bosque mixto, formado por cinco rodales, en donde el

estrato dominante corresponde a Quillay y uno inferior compuesto principalmente por las especies Litre y Boldo, asociación característica de esta región (Rodríguez et al., 1983). En estos mismos rodales se extrajeron dos quillayes para análisis fustal, uno proveniente de semillas y otro proveniente de rebrotes.

Se confeccionaron planos del lugar, escala 1:10.000, utilizando para ello un plano existente de la misma escala, cartas IGM escala 1:50.000 y fotografías aéreas 1:20.000, de la zona de Yumbel y Cabrero, del año 1992.

Se midió la superficie de los cinco rodales involucrados en el estudio y se distribuyeron en forma proporcional 15 parcelas de 20 por 20 metros; en estas se identificó la especie de cada árbol, midiéndosele el Dap. Además, se cuantificó la cantidad y calidad de la regeneración, especies del sotobosque y espesor de la materia orgánica; la medición de la materia orgánica se realizó en las zonas más planas de cada parcela, para conocer el aporte del bosque sobre la duna.

Los árboles seleccionados para el análisis fustal eran los de mayor tamaño existentes en el área, esperando que fueran los de mayor edad, para contar con más información del crecimiento histórico en el sitio. Sólo se utilizaron dos árboles, uno de rebrotes y otro de semillas, respetando los deseos del propietario del predio, en el sentido de proteger y conservar estos rodales; el de rebrotes había caído sólo días antes a consecuencia de un temporal de viento y lluvia.

A los árboles ya seleccionados para el análisis fustal se les midió, previo al volteo, el diámetro a 0,2 m del suelo (diámetro de tocón), el Dap y el radio de copa en dirección de los cuatro puntos cardinales.

Una vez volteados, se midió la longitud total del fuste y la longitud de copa viva. Posteriormente se obtuvieron rodela cada un metro hasta completar la altura total; además de las obtenidas a 0,2 m del suelo (altura de tocón) y 1,3 m (Dap), como se muestra en la Figura 10. La altura de los apices se determino en centímetros, considerando que estaban igualmente espaciados entre cada rodela.

En cada rodela se midió el diámetro mayor y menor, obteniéndose el promedio geométrico entre ellos, el cual se usó para trazar un radio entre la médula y el cambium sobre el cual se realizaron las mediciones de incrementos radiales cada un anillo (se midió hasta la décima de milímetro). Finalmente se midió el espesor de corteza en la dirección del radio seleccionado, considerando los espesores de corteza comercial y no comercial, para determinar cual es la proporción del árbol que realmente se está utilizando para comercializar y extraer la saponina.

Se identificaron insectos para determinar si existen algunas asociaciones con la especie como sucede en la zona metropolitana y en las regiones V y VI (Cogollor et al., 1989). La identificación entre los insectos y la especie se realizó con la ayuda de un entomólogo forestal, por medio de una prospección general dentro de los rodales; el objetivo principal que se persiguió fue establecer la relación *Rhyephenes humeralis* - *Quillaja saponaria*, por la importancia que puede llegar a tener este insecto con

respecto a la especie por tratarse de un taladrador subcortical, produciendo una baja en la calidad del principal producto que se obtiene del Quillay, la corteza.

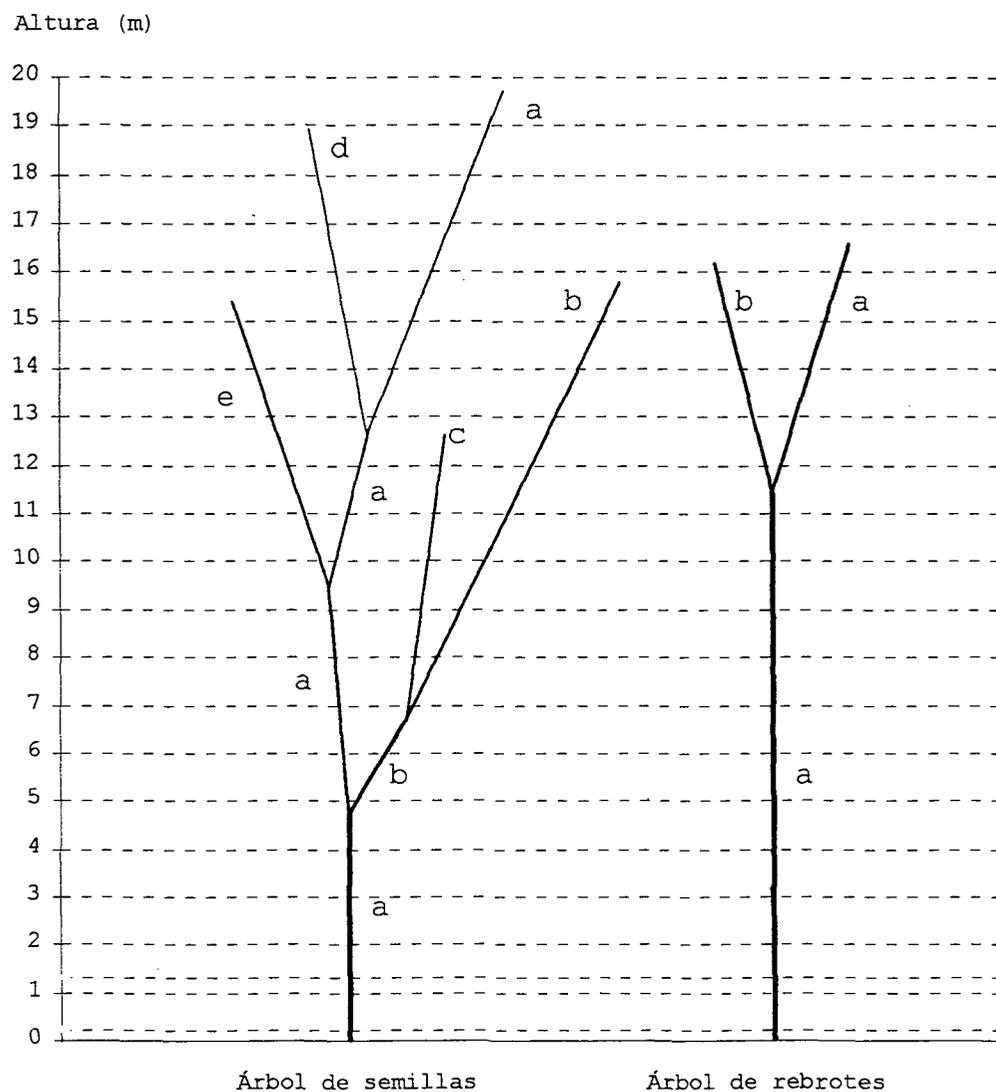


Figura 10. Diagrama representativo de las alturas en la que fueron extraídas las rodelas para el análisis fustal. El fuste y ramas se identifican en orden de importancia por las letras a, b, c, d y e.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Resultados del inventario.

En la Figura 11 se muestra el sector sur del fundo Peña Blanca, zona en que se encuentra el bosque estudiado. En esta se puede observar la forma y distribución de los rodales, los cuales han sido identificados con las primeras cinco letras del abecedario, para facilitar la explicación y comprensión de los resultados.

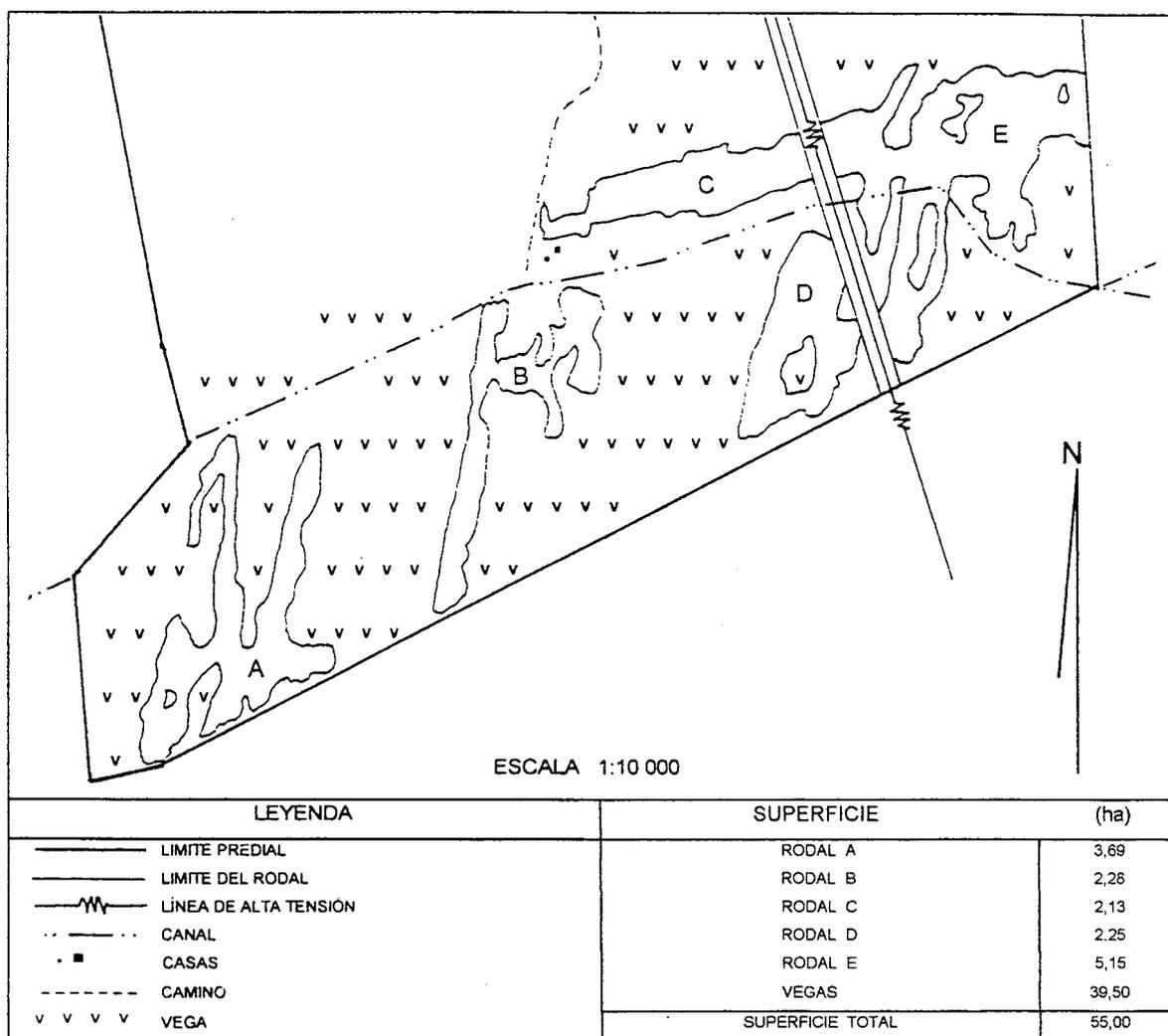


Figura 11. Plano escala 1:10.000, con la identificación de los rodales estudiados.

En la Tabla 2 se presentan los resultados del inventario, por especie y rodal, y en la Tabla 3 la media total por rodal.

Tabla 2. Características dasométricas de los rodales estudiados, por especie y rodales.

QUILLAY				
Rodal	Árb/ha (n°)	Área basal (m ² /ha)	Dap (cm)	Altura (m)
A	308	36,12	37,8	21,0
B	288	31,86	36,4	20,3
C	538	9,77	14,1	9,1
D	538	43,65	30,8	17,5
E	325	20,38	27,2	15,7
Promedio	376	27,74	29,8	17,0
BOLDO				
Rodal	Árb/ha (n°)	Área basal (m ² /ha)	Dap (cm)	Altura (m)
A	167	4,64	18,2	9,1
B	438	6,73	14,9	8,3
C	450	2,41	7,9	6,6
D	463	7,96	13,7	8,0
E	181	5,85	19,4	9,4
Promedio	293	5,52	16,0	8,6
LITRE				
Rodal	Árb/ha (n°)	Área basal (m ² /ha)	Dap (cm)	Altura (m)
A	150	4,93	20,0	11,5
B	450	16,49	21,3	12,2
C	600	7,52	10,8	6,6
D	525	14,33	17,3	10,1
E	175	4,88	18,1	10,5
Promedio	319	8,33	17,9	10,4

Tabla 3. Características dasométricas de los rodales estudiados; resumen por rodales.

Rodal	Superficie (ha)	Árb/ha promedio (n°)	Área basal promedio (m ² /ha)	Dap promedio (cm)	Altura promedio (m)
A	3,69	625	45,69	25,3	13,9
B	2,28	1176	55,08	24,2	13,6
C	2,13	1588	19,70	10,9	7,4
D	2,25	1526	65,94	20,6	11,9
E	5,15	681	31,11	21,6	11,9
Total	15,50	988	41,59	21,2	12,0

4.1.2 Descripción de los rodales. Los rodales estudiados se originaron por la colonización de las dunas continentales presentes en el gran cono aluvial del río Laja. Actualmente en el área en estudio se pueden distinguir cinco rodales y entre ellos zonas planas de menor altura las cuales fueron habilitadas para la agricultura por medio de la corta y descepado de la vegetación natural, y posterior nivelación del terreno. Dejando en las zonas más altas los rodales sin intervención, por esta razón la forma y distribución de los rodales es muy particular. Puede también observarse en las zonas más expuestas de los rodales árboles caídos por la acción combinada de la napa freática (característica en los suelos Santa Teresa) y el viento, afectando en especial al Quillay por ser una especie de raíz pivotante.

Los rodales estudiados corresponden a una formación mixta compuesta por Quillay, Boldo y Litre. El uso actual de estos es el silvoagropecuario (Figura 12), como establos naturales para los animales, ya sea para la protección de la lluvia y viento en invierno o el sol y las altas temperaturas en verano.

Aparentemente los rodales no han sufrido corta de árboles, prueba de ello es que no hay tocones, y por el contrario es

fácil encontrar árboles muertos en pie, caídos o de grandes dimensiones.



Figura 12. Ganado vacuno cerca de los rodales en estudio.

Sin embargo, en el rodal C existe un menor Dap y altura media, con el mayor número de árboles por hectárea de los cinco rodales (1588), principalmente provenientes de rebrotes, indicando que en alguna oportunidad fue intervenido por el hombre, posiblemente por un incendio que afectó el área en la década del 40. Además se encuentran en el sotobosque individuos de gran tamaño de *Colletia spinosa* Lam., especie colonizadora en bosques recientemente intervenidos (Donoso y Ramírez, 1994).

La materia orgánica de las capas superficiales del suelo en los cinco rodales presentaron los siguientes espesores promedio: litera 5 cm, fermentación 5 cm y humus 10 cm.

A diferencia de lo que ocurre al interior de los rodales, al exterior existe una pradera que permanece desde el otoño a la primavera, favorecida principalmente por la napa freática; en ella la cubierta orgánica es mínima con raicillas que difícilmente superan los 2 cm de profundidad. A mayor profundidad sólo penetran algunas raicillas, las cuales desaparecen para dar paso a la arena que se extiende hasta el nivel freático.

En el Fundo Peña Blanca Sur tal como en el norte de nuestro país, no se encontró regeneración natural de Quillay. Escobar (1998),* indica que esta situación en el lugar y la región se explica por la falta de exposición del suelo mineral y la competencia con especies herbáceas, factores determinantes para el establecimiento de la especie.

Las principales especies pertenecientes al sotobosque en orden de importancia son: *Colletia spinosa* Lam, *Azara serrata* R. et Pav., *Rosa mosqueta* y regeneración de *Peumus boldus* Mol. (plántulas de 10 a 20 cm de altura).

4.2 Análisis fustal.

En la Figura 13 se muestra la distribución porcentual del volumen del árbol de rebrotes y de semillas, considerando para cada cual el volumen de madera, corteza comercial y corteza no comercial. Los volúmenes de corteza de los dos árboles corresponden a un 12 y 10%, respectivamente. Sin embargo, aunque la relación porcentual con respecto al volumen es muy similar, los volúmenes totales alcanzados son muy diferentes llegando el árbol de rebrotes a sólo un

*Escobar R. Técnico Forestal. Profesor de Viveros y Repoblación. Facultad de Cs. Forestales, Universidad de Concepción. Comunicación personal.

27,7% del volumen de madera alcanzado por el árbol de semillas. Los volúmenes de corteza comercial conservaron una proporción similar, llegando el árbol de rebrotes a $0,027 \text{ m}^3$ de corteza y el de semillas a $0,074 \text{ m}^3$.

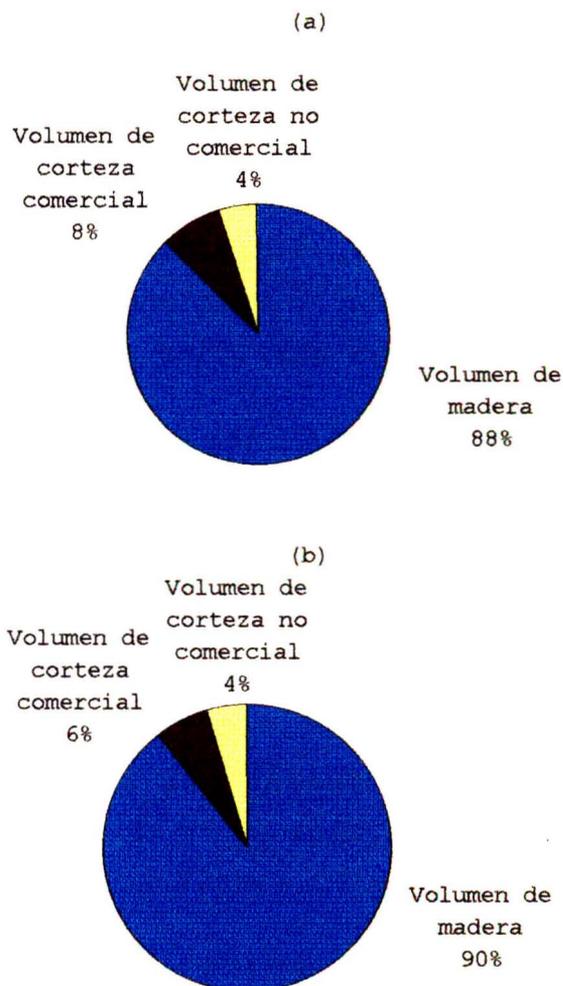


Figura 13. Distribución porcentual del volumen total: (a) árbol de rebrotes , (b) árbol de semillas.

La distribución porcentual entre el volumen de madera y de corteza puede alcanzar mucha importancia, porque si se conoce esta relación y en especial si fuera tan constante como en los dos árboles estudiados, podría usarse el Dap y

la altura como predictores del volumen total, pues se sabe que tienen una alta correlación, y por lo tanto serían buenos predictores del volumen de corteza de los árboles. Además, para obtener mayor precisión en las estimaciones se pueden ajustar funciones de volumen con los árboles en pie, siendo un método mucho más rápido y económico. Otra razón de importancia radicaría en que también se podría estimar la cantidad de saponina que hay en la madera de los árboles, que actualmente se pierde, y por lo tanto se transformaría en una herramienta para justificar desde el punto de vista económico, además del ecológico, el aprovechamiento de la totalidad de los árboles.

El volumen además puede facilitar la toma de decisiones al enfrentar cambios de mercados y desear ofrecer otros productos como pulpa, leña y/o carbón.

En la Figura 14 se muestra la relación entre la edad total de los árboles y crecimiento en altura del eje principal, Dap y volumen. Los incrementos iniciales en altura fueron mayores para el árbol proveniente de rebrotes hasta los 45 años, alcanzando 19,6 m de altura el árbol de semillas y 16,5 m el de rebrotes (Figura 14 a).

Al igual que el crecimiento en altura, el árbol proveniente de rebrotes tiene un desarrollo inicial en Dap mayor que el de semillas, el árbol proveniente de semillas inicialmente tuvo un escaso crecimiento durante los primeros 10 años de vida, desde este punto en adelante y en especial desde los 20 años aumentó su tasa de crecimiento sobrepasando a los 44 años al árbol proveniente de rebrotes (Figura 14 b).

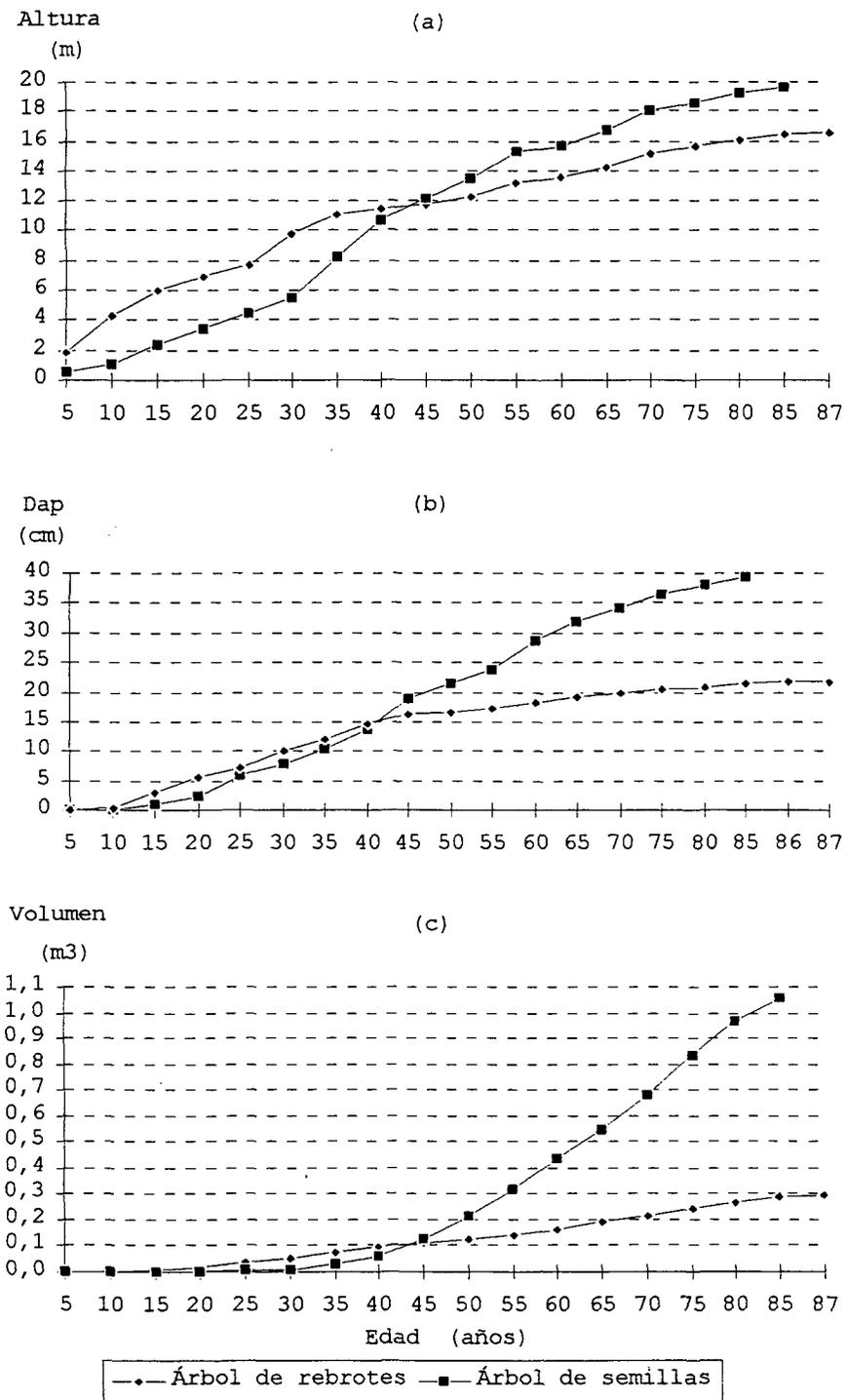


Figura 14. Curvas de crecimiento de los árboles sometidos a análisis fustal: (a), Altura (m); (b), Dap (cm); (c), volumen (m³).

El crecimiento en volumen fue escaso hasta los 20 años, de ahí en adelante el árbol proveniente de rebrotes mostró un mayor desarrollo, el cual fue ascendente durante sus 87 años de vida, llegando a un volumen total de $0,29 \text{ m}^3$, mientras que el árbol proveniente de semillas comienza a aumentar de volumen a partir de los 30 años, alcanzando a los 85 años $1,06 \text{ m}^3$ (Figura 14 c).

El bajo crecimiento en el árbol de rebrotes se debe principalmente a la competencia, inicialmente con los otros rebrotes del mismo tocón y permanentemente con el resto del bosque que le rodeaba.

El árbol proveniente de semillas tuvo un bajo desarrollo inicial hasta los 35 años, debido posiblemente al ramoneo de animales, sumándose al efecto de la competencia con los individuos vecinos ya que en las primeras rodajas, en sus anillos interiores, y hasta los 2 m de altura se pudieron observar signos de daños, aparentemente provocados por animales.

En la Figura 15 se muestra la curva de crecimiento en volumen del árbol proveniente de rebrotes, en la cual se pueden observar incrementos ascendentes hasta los 30-35 años de edad, un posterior descenso hasta los 50 años y un segundo máximo a los 75, para luego decrecer fuertemente, produciéndose a los 86 años de edad la culminación del incremento medio anual (IMA).

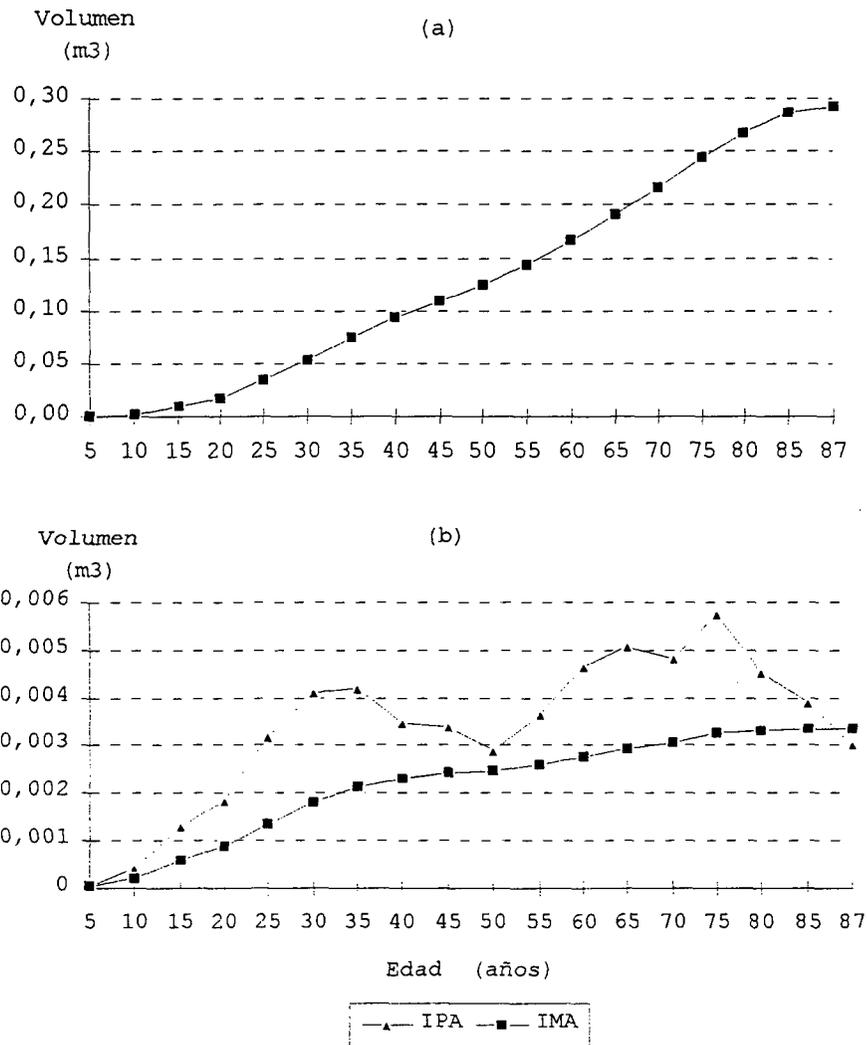


Figura 15. Curvas de análisis marginal de crecimiento en volumen del árbol proveniente de rebrotes: (a) volumen total, (b) incremento periódico anual (IPA) e incremento medio anual (IMA).

En la Figura 16 se muestra la curva de crecimiento en volumen del árbol proveniente de semillas, con incrementos periódicos ascendentes hasta los 75 años para luego decrecer hasta los 85 años, edad en que fue cortado, sin que se alcanzara a producir la culminación del incremento medio anual (IMA).

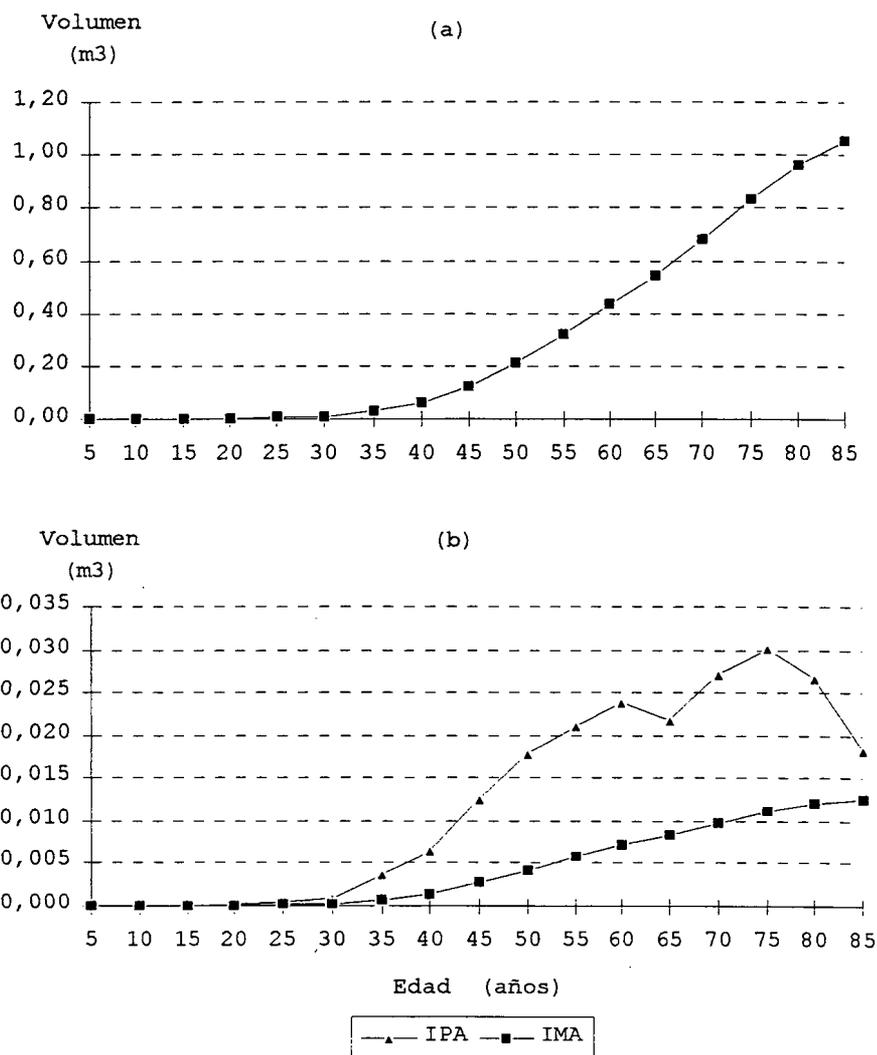


Figura 16. Curvas de análisis marginal de crecimiento en volumen del árbol proveniente de semillas: (a) volumen total, (b) incremento periódico anual (IPA) e incremento medio anual (IMA).

En la Figura 17 se muestra el crecimiento en Dap del árbol proveniente de rebrotes; aunque los incrementos fueron mayores inicialmente, también fueron muy irregulares, decreciendo a partir de los 35 años de edad. Este comportamiento se puede explicar inicialmente por el

sistema radicular ya existente y la competencia con los otros rebrotes, disminuyendo posteriormente por la alta densidad del rodal.

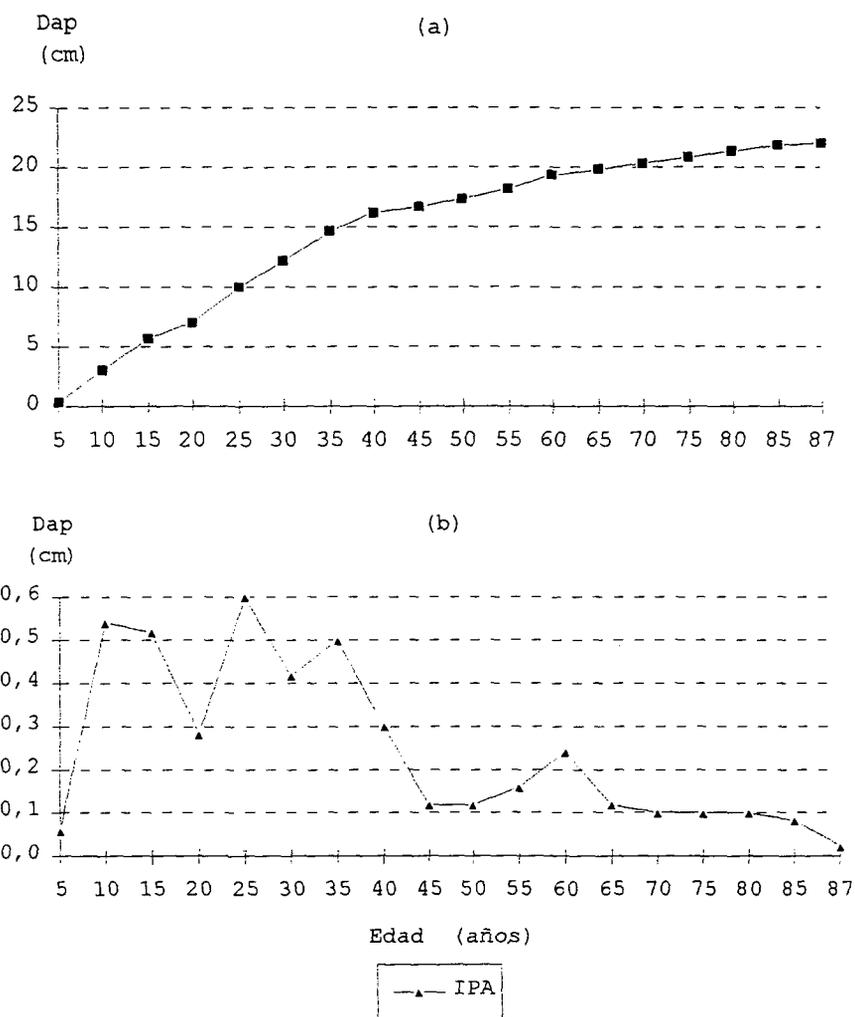


Figura 17. Curvas de análisis marginal de crecimiento del Dap del árbol proveniente de rebrotes: (a) diámetro acumulado, (b) incremento periódico anual (IPA).

En el caso del árbol proveniente de semilla (Figura 18), el crecimiento inicial en Dap es muy bajo hasta los 10 años, al parecer por daño producido por animales. Posteriormente

y una vez que el árbol alcanzó una altura mayor, se aprecian incrementos mayores pero irregulares en el tiempo, presumiblemente por efecto de la competencia.

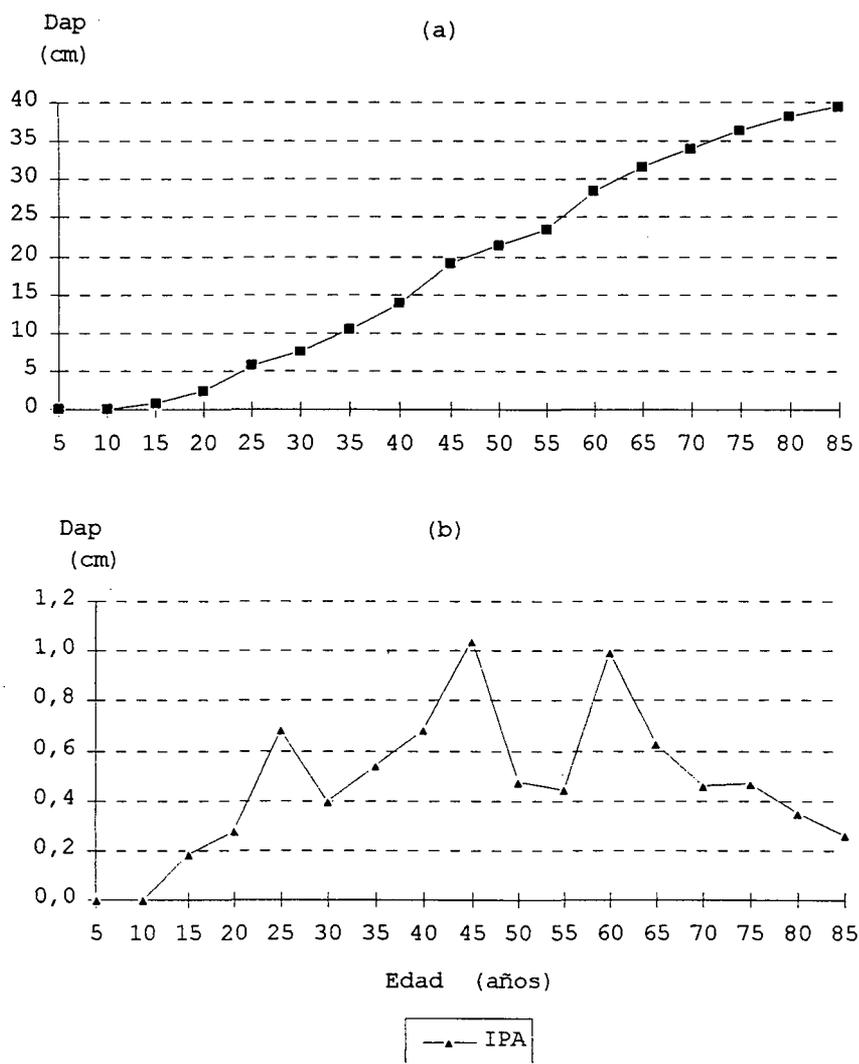


Figura 18. Curvas de análisis marginal de crecimiento en Dap del árbol proveniente de semillas: (a) diámetro acumulado, (b) incremento periódico anual (IPA).

En la Figura 19 se muestra el crecimiento en altura del árbol proveniente de rebrotes. Los incrementos en altura

fueron mayores inicialmente (20 a 50 cm por año) gracias al sistema radicular preexistente, disminuyendo desde los 40 años de edad, no superando posteriormente los 20 cm anuales de crecimiento en altura.

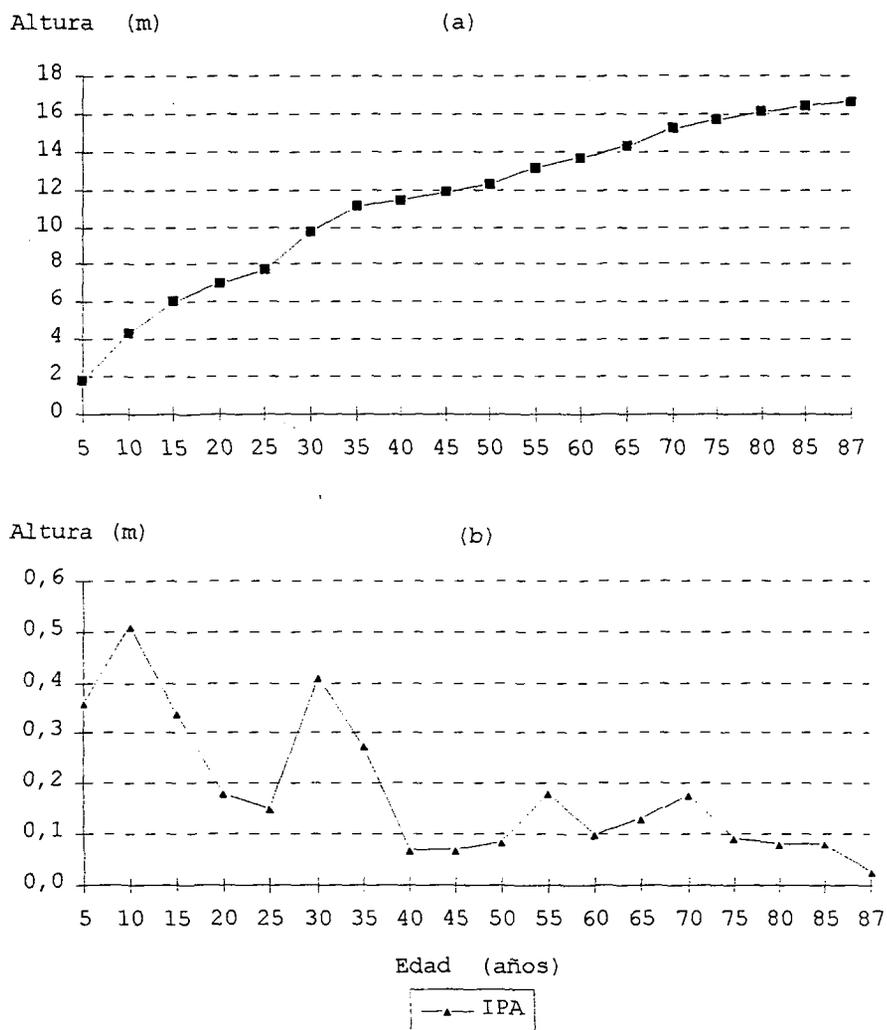


Figura 19. Curvas de análisis marginal de crecimiento en altura del árbol proveniente de rebrotes: (a) altura acumulada, (b) incremento periódico anual (IPA).

En la Figura 20 se puede observar que el árbol de semillas tuvo un crecimiento inicial de sólo 10 cm anuales hasta los

10 años de edad, el cual aumentó a 20 cm entre los 15 y 30 años, para obtener el máximo crecimiento en altura a los 35 años con 55 cm; desde este punto en adelante decrece en forma irregular los incrementos hasta llegar nuevamente a los 85 años con 10 cm de crecimiento anual en altura.

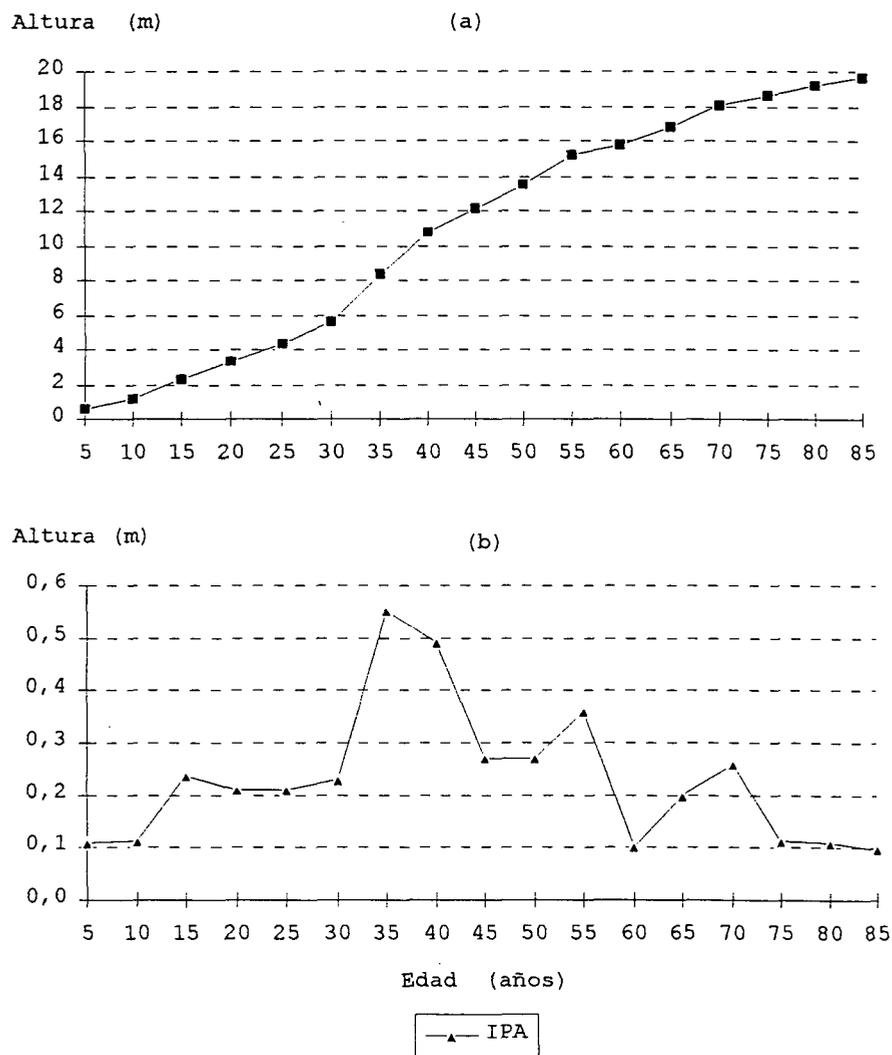


Figura 20. Curvas de análisis marginal de crecimiento en altura del árbol proveniente de semillas: (a) altura acumulada, (b) incremento periódico anual (IPA).

4.3 Prospección fitosanitaria.

Como resultado de la prospección fitosanitaria se pudo establecer una relación constante entre *Rhyefenes humeralis* y Quillay, pues es común encontrar adultos de este insecto desplazándose sobre los fustes de los árboles; además se encontraron en árboles muertos o debilitados, galerías subcorticales, larvas, pupas y adultos por emerger de esta especie.

En la Figura 21 se muestran dos especímenes de *Rhyefenes humeralis* que fueron atraído por un árbol que había sido descortezado no más de una semana antes por lo que es más susceptible al ataque de este insecto.



Figura 21. *Rhyefenes humeralis* sobre Quillay recientemente descortezado.

Otro insecto que se encontró en quillayes muertos fue *Policaon chilensis*, insecto taladrador que en general ataca árboles muertos, observándose galerías y algunos adultos que no pudieron salir de sus cámaras pupales.

V. CONCLUSIONES.

De acuerdo con la información recopilada y los resultados expuestos en esta memoria, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

5.1 Conclusiones de la revisión bibliográfica.

La información recopilada indica que el Quillay es una especie muy dependiente de las condiciones del sitio, principalmente en lo que se refiere a la regeneración natural por semillas y su establecimiento en terreno. Sin embargo, una vez establecida, es una especie que puede soportar condiciones extremas de sequía o incluso nieve.

El método de producción de plantas más favorable para la especie es el de raíz cubierta, pues asegura mayor sobrevivencia y desarrollo inicial.

5.2 Conclusiones del estudio del bosque natural ubicado en la provincia del Bío-Bío.

5.2.1 Conclusiones generales. El bosque de Quillay, del fundo Peña Blanca Sur, posee una estructura de monte medio, en estado maduro, sin evidencia visibles de cortas o explotaciones con fines silviculturales ni comerciales.

Los rodales estudiados corresponden a una formación mixta compuesta por Quillay, Boldo y Litre, establecida sobre dunas en un suelo perteneciente a la serie Santa Teresa.

5.2.2 Conclusiones del inventario. Los rodales estudiados presentan una densidad media de 998 árb./ha de los cuales 376 corresponden a Quillay, 293 a Boldo y 319 a Litre. El Área Basal promedio fue 41,59 m²/ha correspondiendo a Quillay 27,74 m²/ha, a Boldo 5,52 m²/ha y a Litre 8,33 m²/ha. El diámetro promedio fue 21,2 cm y la altura media 11,98 m, siendo mayores para el Quillay con 29,8 cm de Dap y 16,96 m de altura.

En el rodal C, considerando su estructura y composición, se concluyó que tuvo una alteración antrópica, en la cual se sacaron sólo los árboles de mayor tamaño, provocando un aumento del número de árboles por hectárea y la disminución del Dap y altura media del rodal.

La materia orgánica encontrada en las capas superficiales del suelo presentó los siguientes espesores: litera 5 cm, fermentación 5 cm y humus 10 cm. Aunque la especie presentaría una alta producción y viabilidad de semillas no se encontró regeneración natural. Probablemente ello se deba a una inadecuada cama de semillas.

5.2.3 Conclusiones del análisis fustal El análisis fustal de los árboles, de semillas y rebrotes, reveló que alcanzaron 85 y 87 años de edad, correspondientemente, con un desarrollo mayor en volumen del árbol de semillas (361,6%). Pese a esto el porcentaje de corteza con respecto al volumen total fue muy similar 10 y 12%, respectivamente.

Por los resultados encontrados con respecto a la proporción de corteza con respecto al volumen total, es necesario realizar estudios orientados a conocer de qué factores

depende el espesor de la corteza en la especie y determinar si en realidad la correlación entre el volumen de madera y corteza es tan alta como la observada en los dos árboles estudiados, considerando por separado los árboles provenientes de semillas y rebrotes.

5.2.4 Conclusiones de la prospección fitosanitaria. Se confirmó la relación entre *Rhyefenes humeralis* y *Quillaja saponaria*. Este insecto identifica y ataca árboles debilitados, debiendo considerarlo una plaga potencial para el futuro manejo del recurso.

Otro insecto que se encontró fue *Policaon chilensis*, especie que ataca árboles muertos.

VI. RESUMEN.

Se recopilaron antecedentes bibliográficos del Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) acerca de su distribución geográfica, ecología, importancia económica, antecedentes silviculturales y legales, en el rango de distribución de la especie. Además de las estadísticas de los permisos para explotar Quillay en la VIII región y la descripción de un bosque natural ubicado en la provincia del Bío-Bío.

El Quillay es una especie muy dependiente de las condiciones del sitio, principalmente en lo que se refiere a la regeneración natural por semillas y su establecimiento en terreno. El método de producción de plantas más favorable para la especie es el de raíz cubierta, pues asegura mayor supervivencia y desarrollo inicial.

El bosque estudiado corresponde a una asociación mixta de Quillay, Boldo y Litre. Presenta en promedio para el Quillay una densidad de 376 árb./ha, área basal 27,74 m²/ha, diámetro promedio 29,8 cm y altura media 16,96 m.

El análisis fustal reveló que el árbol de semillas tenía un desarrollo mayor que el árbol de rebrotes, aunque el porcentaje de corteza con respecto al volumen de madera fue muy similar.

Se determinó que en la VIII región, como en la zona centro norte, existe la relación *Rhyephenes humeralis* - *Quillaja saponaria*. Este insecto se debe considerar una plaga potencial para el manejo de la especie pues identifica y ataca árboles debilitados.

SUMMARY.

Bibliographic information was gathered about Quillay's (*Quillaja saponaria* Mol.) geographical distribution, ecology, economic importance, silviculture and legal information, in the specie's distribution range. Also, statistical information of permission for harvesting Quillay in the VIII region and the description of a natural forest located in the Bío-Bío province.

Quillay is a specie that is greatly dependent of the soil's conditions, mainly when talking about seed regeneration and its establishment. The most favourable method used to produce this specie is containerized seedling, because it assures greater survival and initial development .

The studied forest corresponds to a mixed association of Quillay, Boldo and Litre. In average, Quillay has a density of 376 trees/ha, a basal area of 27.74 m²/ha, an average diameter of 29.8 cm and an mean height of 16.96 m.

The stem analysis revealed that the tree that originated from seed had a greater development than the ones that came from stumps, even though the bark percentage with respect to the wood volume was similar.

In the VIII region, it was determined, just as it was in the north central zone, the existence of an insect-host relationship between *Ryephenes humeralis* - *Quillaja saponaria*. This insect must be considered a potential plague for the management of the specie, because it can identify and attack weakened trees.

IV. BIBLIOGRAFÍA.

- 1.- Carrasco, P. y J. Millán 1990. Proyecto suelos forestales de la VIII Región. Ministerio de Agricultura, F.I.A.. Universidad de Concepción. Departamento de Ciencias Forestales. Chillán, Chile. 150 p.
- 2.- Cogollor, G., M. Poblete y G. Barria 1989. Problemas fitosanitarios en algunas especies del tipo forestal esclerófilo. Investigación y desarrollo de áreas silvestres en zonas áridas y semiáridas. FO: DP/CHI/83/017. Documento de trabajo N° 19. Santiago, Chile.
- 3.- Donoso, C. 1981. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Corporación Nacional Forestal, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Documento de Trabajo N° 38. Santiago, Chile. 83 p.
- 4.- Donoso, C. y C. Ramírez 1994. Arbustos Nativos de Chile, guía de reconocimiento. Ediciones Marisa Cúneo. Valdivia, Chile.
- 5.- Estévez, J. 1994. Caracterización del rebrote en cepas de Quillay (*Quillaja saponaria* MOL.), Fundo El Toyo, región metropolitana. Memoria de título. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 134 p.

- 6.- Gajardo, M. y R. Verdugo 1979. Rendimiento en hojas de boldo (*Peumus boldus* Mol.), corteza de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) y carbón de espino (*Acacia caven* Mol.) en la V región. Memoria de título. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Santiago, Chile.
- 7.- Gallardo, S. y J. Gastó 1987. Estado y planteamiento hipotético del cambio de estado de ecosistema de *Quillaja saponaria* MOL. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Santiago, Chile. 248 p.
- 8.- Godoy, R., C. Riquelme, H. Peredo y R. Carrillo 1991. Compatibilidad y eficiencia de hongos micorrízicos vesículo arbusculares en *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh y *Quillaja saponaria* Mol. Ciencia e Investigación Forestal 5(2): 237-250.
- 9.- Hoffmann, A. 1983. El árbol urbano en Chile. Fundación Claudio Gay. Santiago, Chile. 255 p.
- 10.- Hoffmann, A. 1992. Plantas medicinales de uso común en Chile. Fundación Claudio Gay. Santiago, Chile. 273 p.
- 11.- Maldonado, F. 1967. Rendimiento de corteza de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). Zona de Valparaíso. Tesis de grado. Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. Santiago, Chile. 80 p.

- 12.- Martín, F. 1989. Extraíbles químicos de especies nativas en zonas áridas y semiáridas. Investigación y desarrollo de áreas silvestres en zonas áridas y semiáridas. FO: DP/CHI/83/017. Documento de trabajo N° 24. Santiago, Chile.
- 13.- Mera, E. 1990. Propagación vegetativa en Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). Memoria de título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Agronómicas Veterinarias y Forestales. Chillán, Chile. 106 p.
- 14.- Novoa, R., S. Villaseca, P. Del Canto, J. Rouanet, C. Sierra y A. Del Pozo 1989. Mapa agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile.
- 15.- Oliver C. And B. Larson 1990. Forest Stand Dynamics. McGraw-Hill, Inc. New York. USA. 467 p.
- 16.- Orellana, L. y E. Fischer 1976. Comportamiento de las semillas de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) de diversas procedencias. Tesis de grado. Universidad de Concepción. Escuela de Técnicos Forestales. Los Ángeles, Chile. 28 p.
- 17.- Pichard, G., K. Reategui y R. Campos 1988. Composición y degradación rumial de tejidos de plantas leñosas

presentes en la pradera mediterránea de Chile.
Ciencia e Investigación Agraria 15 : 23-30.

- 18.- Prado, J. 1978. Prendimiento y desarrollo en altura de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). Informe Técnico N° 65. Infor. Santiago, Chile.
- 19.- Prado, J. 1979. Respuesta del Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) a variaciones en el método de plantación. Informe Técnico N° 66. Infor. Santiago, Chile.
- 20.- Prado, J., S. Barros, P. Rojas y D. Barros 1983. Análisis del desarrollo del Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) en la zona árida y semiárida Chilena. Terra Aridae. 2 (2): 438-454.
- 21.- Raggi, R. 1997. La explotación de Quillay en la VIII región. Trabajo sin publicar.
- 22.- Rodríguez, R., O. Matthei y M. Quesada 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 408 p.
- 23.- Torres, J. 1990. Determinación de micorrizas vesículo arbusculares (MVA) en plantas leñosas de vivero de especies de interés para la forestación de zonas áridas. Memoria de título. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile.

- 24.- Vita, A. 1966. Reforestación por siembra directa con Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) y Peumo (*Cryptocarya alba* (Mol.) Looser). Tesis Ingeniería Forestal. Facultad de Agronomía. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 83 p.
- 25.- Vita, A. 1970. Efecto del origen geográfico de árboles padres de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) sobre la calidad de las semillas y supervivencia en reforestación por siembra directa. Universidad de Chile. Escuela de Ingeniería Forestal. Boletín Técnico N° 21. Santiago, Chile.
- 26.- Vita, A. 1974. Antecedentes para la silvicultura del Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Silvicultura. Boletín Técnico N° 28. Santiago, Chile.
- 27.- Vita, A. 1981. Silvicultura en zonas áridas. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Silvicultura. Serie Educativa N° 1. Santiago, Chile. 77 p.
- 28.- Vita, A. y R. Hernandez 1986. Regeneración de Quillay en comunidad agrícola de Cuz-Cuz (Comuna de Illapel). IV Informe, segunda temporada. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias

Agrarias y Forestales. Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile. 31 p.

- 29.- Vita, A. 1989. Ecosistemas de bosques y matorrales mediterraneos y sus tratamientos silviculturales en Chile. Investigación y desarrollo de áreas silvestres en zonas áridas y semiáridas de Chile. FO:DP/CHI/83/017. Documento de trabajo N° 21. Santiago, Chile.
- 30.- Vita, A. 1990. Ensayo de reforestación con Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). Illapel, IV Región. Ciencias Forestales 6 (1): 37-48.
- 31.- Wiberg, S. 1991. Factores que influyen en la germinación y producción de plantas de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). Memoria de título. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 132 p.
- 32.- Wrann, J. y P. Infante 1988. Métodos para el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus camaldulensis* y *Quillaja saponaria* en la zona árida de Chile. Ciencia e Investigación Forestal 2 (3): 13-25.

VIII. APENDICES.

8.1 Apéndice 1. Datos del inventario.

Tabla 1-A. Tabla de rodal. Número de árboles y área basal por hectárea y especie. Rodal A.

Dap (cm)	Quillay (árb./ha)	Boldo (árb./ha)	Litre (árb./ha)	Quillay AB*	Boldo AB	Litre AB
10	0	8	0	0,000	0,065	0,000
12	0	17	8	0,000	0,188	0,094
14	0	17	17	0,000	0,257	0,257
16	0	33	8	0,000	0,670	0,168
18	0	25	25	0,000	0,636	0,636
20	0	25	33	0,000	0,785	1,047
22	8	17	25	0,317	0,634	0,950
24	17	8	8	0,754	0,377	0,377
26	8	8	17	0,442	0,442	0,885
28	8	0	8	0,513	0,000	0,513
30	17	8	0	1,178	0,589	0,000
32	17	0	0	1,340	0,000	0,000
34	42	0	0	3,781	0,000	0,000
36	33	0	0	3,391	0,000	0,000
38	17	0	0	1,889	0,000	0,000
40	42	0	0	5,234	0,000	0,000
42	33	0	0	4,616	0,000	0,000
44	17	0	0	2,533	0,000	0,000
46	8	0	0	1,384	0,000	0,000
48	17	0	0	3,015	0,000	0,000
50	0	0	0	0,000	0,000	0,000
52	8	0	0	1,769	0,000	0,000
54	8	0	0	1,908	0,000	0,000
56	8	0	0	2,052	0,000	0,000
Total ha	308	167	150	36,116	4,644	4,930

* Area basal (m²/ha)

Tabla 2-A. Tabla de rodal. Número de árboles y área basal por hectárea y especie. Rodal B.

Dap (cm)	Quillay (árb./ha)	Boldo (árb./ha)	Litre (árb./ha)	Quillay AB*	Boldo AB	Litre AB
4	0	38	13	0,000	0,047	0,016
6	0	63	25	0,000	0,177	0,071
8	0	38	38	0,000	0,188	0,188
10	0	75	0	0,000	0,589	0,000
12	0	38	25	0,000	0,424	0,283
14	0	13	13	0,000	0,192	0,192
16	0	38	25	0,000	0,754	0,503
18	0	50	38	0,000	1,272	0,954
20	13	50	63	0,393	1,571	1,963
22	13	25	50	0,475	0,950	1,901
24	13	13	38	0,565	0,565	1,696
26	13	0	38	0,664	0,000	1,991
28	13	0	38	0,770	0,000	2,309
30	13	0	13	0,884	0,000	0,884
32	38	0	0	3,016	0,000	0,000
34	25	0	25	2,270	0,000	2,270
36	25	0	13	2,545	0,000	1,272
38	13	0	0	1,418	0,000	0,000
40	13	0	0	1,571	0,000	0,000
42	13	0	0	1,732	0,000	0,000
44	38	0	0	5,702	0,000	0,000
46	13	0	0	2,077	0,000	0,000
48	13	0	0	2,262	0,000	0,000
50	0	0	0	0,000	0,000	0,000
52	13	0	0	2,655	0,000	0,000
54	13	0	0	2,863	0,000	0,000
Total ha	288	438	450	31,859	6,731	16,493

* Area basal (m²/ha)

Tabla 3-A. Tabla de rodal. Número de árboles y área basal por hectárea y especie. Rodal C.

Dap (cm)	Quillay (árb./ha)	Boldo (árb./ha)	Litre (árb./ha)	Quillay AB*	Boldo AB	Litre AB
4	0	38	63	0,000	0,047	0,079
6	0	150	125	0,000	0,424	0,353
8	138	138	188	0,691	0,691	0,942
10	75	63	63	0,589	0,491	0,491
12	63	50	0	0,707	0,565	0,000
14	38	13	0	0,577	0,192	0,000
16	63	0	38	1,257	0,000	0,754
18	75	0	0	1,908	0,000	0,000
20	25	0	50	0,785	0,000	1,571
22	13	0	38	0,475	0,000	1,425
24	25	0	25	1,131	0,000	1,131
26	0	0	0	0,000	0,000	0,000
28	13	0	13	0,770	0,000	0,770
30	13	0	0	0,884	0,000	0,000
Total ha	538	450	600	9,774	2,411	7,516

* Area basal (m²/ha)

Tabla 4-A. Tabla de rodal. Número de árboles y área basal por hectárea y especie. Rodal D.

Dap (cm)	Quillay (árb./ha)	Boldo (árb./ha)	Litre (árb./ha)	Quillay AB*	Boldo AB	Litre AB
4	0	13	25	0,000	0,016	0,031
6	0	25	25	0,000	0,071	0,071
8	0	75	25	0,000	0,377	0,126
10	0	63	13	0,000	0,491	0,098
12	0	88	50	0,000	0,990	0,565
14	13	25	75	0,192	0,385	1,155
16	25	38	38	0,503	0,754	0,754
18	25	38	75	0,636	0,954	1,908
20	38	38	38	1,178	1,178	1,178
22	38	25	38	1,425	0,950	1,425
24	38	25	50	1,696	1,131	2,262
26	25	13	25	1,327	0,664	1,327
28	50	0	25	3,079	0,000	1,539
30	13	0	13	0,884	0,000	0,884
32	38	0	13	3,016	0,000	1,005
34	50	0	0	4,539	0,000	0,000
36	25	0	0	2,545	0,000	0,000
38	38	0	0	4,253	0,000	0,000
40	25	0	0	3,142	0,000	0,000
42	38	0	0	5,195	0,000	0,000
44	38	0	0	5,702	0,000	0,000
46	13	0	0	2,077	0,000	0,000
48	13	0	0	2,262	0,000	0,000
Total ha	538	463	525	43,651	7,960	14,329

* Area basal (m²/ha)

Tabla 5-A. Tabla de rodal. Número de árboles y área basal por hectárea y especie. Rodal E.

Dap (cm)	Quillay (árb./ha)	Boldo (árb./ha)	Litre (árb./ha)	Quillay AB*	Boldo AB	Litre AB
6	0	0	6	0,000	0,000	0,018
8	0	6	0	0,000	0,031	0,000
10	6	6	6	0,049	0,049	0,049
12	6	13	19	0,071	0,141	0,212
14	6	19	13	0,096	0,289	0,192
16	13	25	19	0,251	0,503	0,377
18	19	19	38	0,477	0,477	0,954
20	25	31	31	0,785	0,982	0,982
22	19	19	13	0,713	0,713	0,475
24	31	6	19	1,414	0,283	0,848
26	38	13	6	1,991	0,664	0,332
28	19	13	0	1,155	0,770	0,000
30	31	6	6	2,209	0,442	0,442
32	50	6	0	4,021	0,503	0,000
34	19	0	0	1,702	0,000	0,000
36	13	0	0	1,272	0,000	0,000
38	6	0	0	0,709	0,000	0,000
40	6	0	0	0,785	0,000	0,000
42	13	0	0	1,732	0,000	0,000
44	6	0	0	0,950	0,000	0,000
Total ha	325	181	175	20,383	5,845	4,881

* Area basal (m²/ha)

8.2 Apéndice 2. Datos del análisis fustal.

Tabla 6-A. Resumen de la información obtenida en el análisis fustal, altura, Dap y volumen, con sus respectivos incrementos anuales. Árbol de rebrotes.

Edad (años)	Altura		Dap		Volumen	
	Acumulada (m)	Incremento (m)	Acumulado (mm)	Incremento (mm)	Acumulado (m ³)	Incremento (m ³)
1	0,30	0,30	0,0	0,0	0,000000	0,000000
2	0,60	0,30	0,0	0,0	0,000006	0,000005
3	0,95	0,35	0,0	0,0	0,000016	0,000010
4	1,20	0,25	0,0	0,0	0,000050	0,000034
5	1,80	0,60	3,0	3,0	0,000108	0,000058
6	2,30	0,50	10,0	7,0	0,000247	0,000139
7	2,60	0,30	14,6	4,6	0,000480	0,000233
8	3,70	1,10	18,0	3,4	0,000796	0,000316
9	4,10	0,40	25,0	7,0	0,001411	0,000616
10	4,35	0,25	30,0	5,0	0,002243	0,000832
11	4,60	0,25	37,0	7,0	0,003556	0,001313
12	4,85	0,25	43,0	6,0	0,004935	0,001379
13	5,10	0,25	47,0	4,0	0,006277	0,001342
14	5,60	0,50	50,0	3,0	0,007179	0,000902
15	6,05	0,45	56,0	6,0	0,008751	0,001572
16	6,20	0,15	58,6	2,6	0,010237	0,001486
17	6,45	0,25	62,0	3,4	0,012008	0,001771
18	6,55	0,10	64,0	2,0	0,013396	0,001388
19	6,75	0,20	68,0	4,0	0,015263	0,001867
20	6,95	0,20	70,0	2,0	0,017978	0,002715
21	7,05	0,10	77,0	7,0	0,020223	0,002246
22	7,25	0,20	80,0	3,0	0,023705	0,003482
23	7,40	0,15	87,0	7,0	0,027324	0,003619
24	7,55	0,15	96,0	9,0	0,030089	0,002764
25	7,70	0,15	100,0	4,0	0,033863	0,003774
26	7,85	0,15	105,0	5,0	0,036542	0,002679
27	8,40	0,55	107,4	2,4	0,041007	0,004465
28	9,05	0,65	111,0	3,6	0,044167	0,003160
29	9,40	0,35	115,0	4,0	0,050369	0,006202
30	9,75	0,35	121,0	6,0	0,054377	0,004008
31	10,10	0,35	125,0	4,0	0,057520	0,003143
32	10,45	0,35	129,0	4,0	0,060861	0,003341
33	10,80	0,35	137,0	8,0	0,066664	0,005803
34	11,05	0,25	141,0	4,0	0,070385	0,003721
35	11,12	0,07	146,0	5,0	0,075253	0,004868
36	11,19	0,07	150,0	4,0	0,078813	0,003560
37	11,26	0,07	154,0	4,0	0,082248	0,003435
38	11,33	0,07	157,6	3,6	0,085725	0,003477

Continuación de la Tabla 6-A.

39	11,40	0,07	160,0	2,4	0,088974	0,003248
40	11,47	0,07	161,0	1,0	0,092755	0,003781
41	11,54	0,07	163,0	2,0	0,096538	0,003783
42	11,61	0,07	164,0	1,0	0,100500	0,003961
43	11,68	0,07	165,0	1,0	0,103878	0,003378
44	11,75	0,07	166,0	1,0	0,106682	0,002804
45	11,82	0,07	167,0	1,0	0,109724	0,003042
46	11,89	0,07	168,0	1,0	0,112652	0,002928
47	11,95	0,06	169,0	1,0	0,115101	0,002450
48	11,99	0,04	170,4	1,4	0,118063	0,002961
49	12,05	0,06	171,4	1,0	0,120819	0,002756
50	12,25	0,20	173,0	1,6	0,124244	0,003426
51	12,45	0,20	174,0	1,0	0,127943	0,003699
52	12,65	0,20	176,0	2,0	0,132024	0,004080
53	12,85	0,20	177,4	1,4	0,135519	0,003496
54	13,05	0,20	178,6	1,2	0,138821	0,003302
55	13,15	0,10	181,0	2,4	0,142435	0,003614
56	13,25	0,10	183,0	2,0	0,146289	0,003854
57	13,35	0,10	185,0	2,0	0,150248	0,003959
58	13,45	0,10	186,6	1,6	0,154596	0,004348
59	13,55	0,10	190,6	4,0	0,160300	0,005704
60	13,65	0,10	193,0	2,4	0,165703	0,005403
61	13,75	0,10	194,6	1,6	0,171342	0,005640
62	13,85	0,10	195,6	1,0	0,176791	0,005448
63	13,95	0,10	196,8	1,2	0,181876	0,005085
64	14,05	0,10	198,0	1,2	0,186664	0,004788
65	14,30	0,25	199,0	1,0	0,191101	0,004437
66	14,55	0,25	200,0	1,0	0,195317	0,004216
67	14,70	0,15	201,0	1,0	0,200205	0,004888
68	14,95	0,25	202,0	1,0	0,204793	0,004589
69	15,10	0,15	203,0	1,0	0,210034	0,005241
70	15,20	0,10	204,0	1,0	0,215300	0,005266
71	15,30	0,10	205,0	1,0	0,221197	0,005897
72	15,40	0,10	206,0	1,0	0,227231	0,006033
73	15,50	0,10	207,0	1,0	0,232906	0,005676
74	15,58	0,08	208,0	1,0	0,238120	0,005214
75	15,66	0,08	209,0	1,0	0,244051	0,005930
76	15,74	0,08	210,0	1,0	0,248248	0,004198
77	15,82	0,08	211,0	1,0	0,253304	0,005056
78	15,90	0,08	212,0	1,0	0,257742	0,004437
79	15,98	0,08	213,0	1,0	0,262153	0,004411
80	16,06	0,08	214,0	1,0	0,266777	0,004624
81	16,14	0,08	214,8	0,8	0,270634	0,003856
82	16,22	0,08	215,6	0,8	0,274625	0,003991
83	16,30	0,08	216,4	0,8	0,278543	0,003918
84	16,38	0,08	217,2	0,8	0,282415	0,003873
85	16,46	0,08	218,0	0,8	0,286197	0,003782
86	16,53	0,07	218,6	0,6	0,289376	0,003179
87	16,60	0,07	219,2	0,6	0,292265	0,002888

Tabla 7-A. Resumen de la información obtenida en el análisis fustal, altura, Dap y volumen, con sus respectivos incrementos anuales. Árbol de semillas.

Edad (años)	Altura		Dap		Volumen	
	Acumulada (m)	Incremento (m)	Acumulada (mm)	Incremento (mm)	Acumulada (m ³)	Incremento (m ³)
1	0,11	0,11	0,0	0,0	0,000000	0,000000
2	0,22	0,11	0,0	0,0	0,000001	0,000001
3	0,33	0,11	0,0	0,0	0,000003	0,000002
4	0,44	0,11	0,0	0,0	0,000007	0,000004
5	0,55	0,11	0,0	0,0	0,000011	0,000004
6	0,66	0,11	0,0	0,0	0,000016	0,000005
7	0,77	0,11	0,0	0,0	0,000024	0,000008
8	0,88	0,11	0,0	0,0	0,000033	0,000009
9	0,99	0,11	0,0	0,0	0,000051	0,000018
10	1,11	0,12	0,0	0,0	0,000079	0,000028
11	1,25	0,14	0,0	0,0	0,000108	0,000029
12	1,40	0,15	3,0	3,0	0,000159	0,000051
13	1,75	0,35	5,0	2,0	0,000210	0,000051
14	2,10	0,35	7,0	2,0	0,000328	0,000119
15	2,30	0,20	9,0	2,0	0,000416	0,000088
16	2,50	0,20	10,6	1,6	0,000556	0,000139
17	2,70	0,20	12,0	1,4	0,000758	0,000203
18	2,90	0,20	13,4	1,4	0,000981	0,000223
19	3,10	0,20	16,0	2,6	0,001335	0,000353
20	3,35	0,25	23,0	7,0	0,001669	0,000334
21	3,60	0,25	29,0	6,0	0,002016	0,000347
22	3,85	0,25	33,4	4,4	0,002475	0,000459
23	4,10	0,25	37,0	3,6	0,002920	0,000445
24	4,25	0,15	44,0	7,0	0,003394	0,000475
25	4,40	0,15	57,0	13,0	0,004293	0,000898
26	4,55	0,15	61,4	4,4	0,004853	0,000561
27	4,70	0,15	69,0	7,6	0,005935	0,001081
28	4,90	0,20	72,0	3,0	0,006781	0,000847
29	5,05	0,15	74,0	2,0	0,007791	0,001010
30	5,55	0,50	77,0	3,0	0,009128	0,001336
31	6,05	0,50	80,0	3,0	0,010824	0,001696
32	6,55	0,50	82,0	2,0	0,013099	0,002275
33	7,05	0,50	91,0	9,0	0,017597	0,004497
34	7,55	0,50	97,0	6,0	0,021597	0,004000
35	8,30	0,75	104,0	7,0	0,027528	0,005932
36	9,05	0,75	113,0	9,0	0,032779	0,005251
37	9,55	0,50	120,0	7,0	0,039452	0,006673
38	10,05	0,50	126,0	6,0	0,046996	0,007544
39	10,40	0,35	134,0	8,0	0,053492	0,006496
40	10,75	0,35	138,0	4,0	0,059738	0,006246

Continuación Tabla 7-A.

41	11,10	0,35	151,0	13,0	0,068176	0,008438
42	11,35	0,25	162,0	11,0	0,079941	0,011766
43	11,60	0,25	171,6	9,6	0,093296	0,013355
44	11,85	0,25	180,6	9,0	0,106584	0,013288
45	12,10	0,25	190,0	9,4	0,122245	0,015661
46	12,35	0,25	200,0	10,0	0,138261	0,016016
47	12,60	0,25	206,0	6,0	0,158710	0,020449
48	12,85	0,25	209,0	3,0	0,176400	0,017690
49	13,10	0,25	211,0	2,0	0,193826	0,017426
50	13,45	0,35	214,0	3,0	0,212045	0,018219
51	13,80	0,35	218,4	4,4	0,232357	0,020312
52	14,40	0,60	225,0	6,6	0,252370	0,020013
53	15,05	0,65	229,0	4,0	0,273905	0,021535
54	15,15	0,10	232,4	3,4	0,298534	0,024629
55	15,25	0,10	236,4	4,0	0,317986	0,019451
56	15,35	0,10	243,0	6,6	0,340894	0,022908
57	15,45	0,10	250,0	7,0	0,364398	0,023505
58	15,55	0,10	262,0	12,0	0,389737	0,025339
59	15,65	0,10	274,0	12,0	0,415432	0,025695
60	15,75	0,10	286,0	12,0	0,437077	0,021644
61	15,85	0,10	294,0	8,0	0,459888	0,022811
62	15,95	0,10	302,0	8,0	0,482598	0,022710
63	16,05	0,10	307,0	5,0	0,502801	0,020204
64	16,40	0,35	312,0	5,0	0,523357	0,020555
65	16,75	0,35	317,4	5,4	0,545488	0,022131
66	17,10	0,35	322,0	4,6	0,567130	0,021643
67	17,35	0,25	326,0	4,0	0,592465	0,025335
68	17,60	0,25	330,0	4,0	0,619797	0,027332
69	17,85	0,25	335,0	5,0	0,650255	0,030458
70	18,05	0,20	340,6	5,6	0,680586	0,030331
71	18,17	0,12	348,0	7,4	0,708930	0,028343
72	18,29	0,12	355,0	7,0	0,738003	0,029073
73	18,40	0,11	360,0	5,0	0,771762	0,033760
74	18,51	0,11	361,6	1,6	0,801793	0,030031
75	18,62	0,11	364,0	2,4	0,831074	0,029281
76	18,73	0,11	369,0	5,0	0,864334	0,033260
77	18,84	0,11	373,4	4,4	0,888791	0,024457
78	18,95	0,11	376,2	2,8	0,918096	0,029305
79	19,06	0,11	379,0	2,8	0,942169	0,024074
80	19,17	0,11	381,4	2,4	0,964892	0,022723
81	19,28	0,11	384,0	2,6	0,982919	0,018027
82	19,39	0,11	386,4	2,4	1,001720	0,018802
83	19,50	0,11	390,0	3,6	1,021931	0,020211
84	19,60	0,10	392,0	2,0	1,042215	0,020284
85	19,65	0,05	394,4	2,4	1,056733	0,014517

Tabla 8-A. Volumen acumulado, en periodos de cinco años de los árboles de rebrotes y semillas, con sus incrementos periódicos anuales (IPA) y medios anuales (IMA).

Edad (años)	Árbol de rebrotes.			Árbol de semillas.		
	Volumen (m ³)	IPA (m ³)	IMA (m ³)	Volumen (m ³)	IPA (m ³)	IMA (m ³)
5	0,000108	0,000022	0,000022	0,000011	0,000004	0,000002
10	0,002243	0,000427	0,000224	0,000079	0,000028	0,000008
15	0,008751	0,001302	0,000583	0,000416	0,000088	0,000028
20	0,017978	0,001845	0,000899	0,001669	0,000334	0,000083
25	0,033863	0,003177	0,001355	0,004293	0,000898	0,000172
30	0,054377	0,004103	0,001813	0,009128	0,001336	0,000304
35	0,075253	0,004175	0,002150	0,027528	0,005932	0,000787
40	0,092755	0,003500	0,002319	0,059738	0,006246	0,001493
45	0,109724	0,003394	0,002438	0,122245	0,015661	0,002717
50	0,124244	0,002904	0,002485	0,212045	0,018219	0,004241
55	0,142435	0,003638	0,002590	0,317986	0,019451	0,005782
60	0,165703	0,004653	0,002762	0,437077	0,021644	0,007285
65	0,191101	0,005080	0,002940	0,545488	0,022131	0,008392
70	0,215300	0,004840	0,003076	0,680586	0,030331	0,009723
75	0,244051	0,005750	0,003254	0,831074	0,029281	0,011081
80	0,266777	0,004545	0,003335	0,964892	0,022723	0,012061
85	0,286197	0,003884	0,003367	1,056733	0,014517	0,012432
87	0,292265	0,003034	0,003359			

Tabla 9-A. Dap acumulado, en periodos de cinco años de los árboles de rebrotes y semillas, con sus incrementos periódicos anuales (IPA) y medios anuales (IMA).

EDAD (años)	Árbol de rebrotes.			Árbol de semillas.		
	Dap (mm)	IPA (mm)	IMA (mm)	Dap (mm)	IPA (mm)	IMA (mm)
5	3,0	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0
10	30,0	5,4	3,0	0,0	0,0	0,0
15	56,0	5,2	3,7	9,0	1,8	2,4
20	70,0	2,8	3,5	23,0	2,8	6,6
25	100,0	6,0	4,0	57,0	6,8	14,3
30	121,0	4,2	4,0	77,0	4,0	19,1
35	146,0	5,0	4,2	104,0	5,4	24,9
40	161,0	3,0	4,0	138,0	6,8	34,3
45	167,0	1,2	3,7	190,0	10,4	51,2
50	173,0	1,2	3,5	214,0	4,8	61,8
55	181,0	1,6	3,3	236,4	4,5	71,8
60	193,0	2,4	3,2	286,0	9,9	88,9
65	199,0	1,2	3,1	317,4	6,3	103,7
70	204,0	1,0	2,9	340,6	4,6	116,9
75	209,0	1,0	2,8	364,0	4,7	130,6
80	214,0	1,0	2,7	381,4	3,5	142,6
85	218,0	0,8	2,6	394,4	2,6	153,8
87	219,2	0,2	2,5			

Tabla 10-A. Altura acumulada, en periodos de cinco años de los árboles de rebrotes y semillas, con sus incrementos periódicos anuales (IPA) y medios anuales (IMA).

EDAD (años)	Árbol de rebrotes			Árbol de semillas		
	Altura (m)	IPA (m)	IMA (m)	Altura (m)	IPA (m)	IMA (m)
5	1,80	0,36	0,36	0,55	0,11	0,11
10	4,35	0,51	0,44	1,11	0,11	3,08
15	6,05	0,34	0,40	2,30	0,24	5,29
20	6,95	0,18	0,35	3,35	0,21	8,31
25	7,70	0,15	0,31	4,40	0,21	12,66
30	9,75	0,41	0,33	5,55	0,23	18,02
35	11,12	0,27	0,32	8,30	0,55	25,54
40	11,47	0,07	0,29	10,75	0,49	33,84
45	11,82	0,07	0,26	12,10	0,27	42,20
50	12,25	0,09	0,25	13,45	0,27	51,21
55	13,15	0,18	0,24	15,25	0,36	62,24
60	13,65	0,10	0,23	15,75	0,10	65,87
65	14,30	0,13	0,22	16,75	0,20	73,63
70	15,20	0,18	0,22	18,05	0,26	82,05
75	15,66	0,09	0,21	18,62	0,11	85,75
80	16,06	0,08	0,20	19,17	0,11	91,81
85	16,46	0,08	0,19	19,65	0,10	97,88
87	16,60	0,03	0,19			

Tabla 11-A. Volumen de madera, corteza comercial y no comercial en relación a la altura de los árboles.

Árbol de rebrotes.				Árbol de semillas.			
Altura (m)	Madera (m ³)	Corteza comercial (m ³)	Corteza no comercial (m ³)	Altura (m)	Madera (m ³)	Corteza comercial (m ³)	Corteza no comercial (m ³)
1,00	0,049991	0,003427	0,002833	1,00	0,134781	0,010477	0,004761
2,00	0,038697	0,003110	0,001995	2,00	0,120046	0,008241	0,004804
3,00	0,032770	0,002785	0,001699	3,00	0,106406	0,007057	0,006034
4,00	0,026736	0,002369	0,001686	4,00	0,085947	0,005283	0,004653
5,00	0,024205	0,001972	0,001608	5,00	0,082679	0,005379	0,004117
6,00	0,020496	0,001811	0,000804	6,00	0,076329	0,005321	0,003959
7,00	0,018748	0,001612	0,000637	7,00	0,073727	0,004666	0,004165
8,00	0,016985	0,001292	0,000486	8,00	0,073686	0,004125	0,003821
9,00	0,013600	0,001204	0,000494	9,00	0,071036	0,004367	0,002750
10,00	0,012273	0,001145	0,000686	10,00	0,058964	0,004501	0,002756
11,00	0,011139	0,001150	0,000596	11,00	0,043503	0,003651	0,002415
12,00	0,008349	0,000669	0,000345	12,00	0,031126	0,002560	0,001931
13,00	0,006609	0,003009	0,000375	13,00	0,030884	0,002552	0,001636
14,00	0,005944	0,000651	0,000307	14,00	0,023309	0,002059	0,000965
15,00	0,002446	0,000251	0,000145	15,00	0,017696	0,001616	0,001087
16,60	0,000483	0,000057	0,000026	16,00	0,012618	0,000971	0,000650
				17,00	0,006768	0,000669	0,000305
				18,00	0,002674	0,000307	0,000189
				19,65	0,000534	0,000074	0,000071
Total	0,289470	0,027057	0,014721	Total	1,052714	0,073877	0,051070

IX. ANEXOS.

9.1 ANEXO 1. Tabla local de peso de corteza de Quillay.

TABLA 1-B. Tabla local de peso de corteza de Quillay. Comunas de Casa Blanca y Quilpué, provincia de Valparaíso. Base 296 árboles. Altura comercial igual a la altura en la cual las ramas alcanzan un diámetro mínimo de utilización de 20 cm. (Fuente: Maldonado, 1967).

Dap (cm)	Altura comercial (m)					
	3	4	5	6	7	8
	Peso (kg) (Corteza seca al 15 %)					
20	4					
22	6					
24	7	8				
26	8	10	12			
28	10	12	15			
30	11	14	18			
32	13	16	21	23		
34	14	19	24	27		
36	16	21	27	31	37	
38	17	23	30	35	41	
40	19	25	33	38	45	
42	20	27	35	42	49	
44	22	29	38	46	54	
46	23	32	41	50	59	
48	25	34	44	54	63	64
50	26	35	47	58	68	71
52		36	50	62	73	77
54		38	53	66	77	83
56		41	56	70	82	89
58		43	59	74	87	95
60		45	62	78	92	101
62		47	65	82	96	107
64		49	68	85	101	114
66		51	71	89	106	120
68			74	93	110	126
70			77	97	115	132
72			80	101	120	138
74			83	105	124	144
76				109	129	151
78				113	134	157
80				117	139	163
82				121	143	169
84				125	148	175
86					153	181
88					157	187
90					162	193
92					167	199
94					171	205
96					176	211

9.2 ANEXO 2. Problemas fitosanitarios.

TABLA 2-B. Problemas fitosanitarios de *Quillaja saponaria* "Quillay", en el tipo forestal esclerófilo (Fuente: Cogollor et al., 1989).

Hemisferio de Muestreo	Especie	Presencia (%)	Reserva	Daño por reserva (%)
Follaje	<i>Eulalia</i> sp.	32,0	Cp.*	47,06
			Cl.**	41,18
			P.***	11,76
	Conchuelas	14,6	Cp.	35,48
		Cl.	58,06	
		P.	6,45	
Aphididae	6,6	Cp.	28,57	
		Cl.	14,28	
		P	57,14	
<i>Cuscuta</i> sp.	4,7	Cp.		
		Cl.		
		P	100,0	
Tallos y ramas	Conchuela	14,6	Cp.	15,48
			Cl.	58,06
			P	6,45
	<i>Capnodium</i>	2,8	Cp.	
		Cl.		
		P		
<i>Rhyehenes</i> sp. <i>Genniocrems</i> sp.	0,9	Cp.	100,0	
		Cl.		
		P		
<i>Polycaon</i>	0,9	Cp.	100,0	
		Cl.		
		P		
Flores y frutos	Bruchidae	2,8	Cp.	
			Cl.	100,0
			P	
Raíces	<i>Tettigades</i> sp.	13,2	Cp.	78,57
			Cl.	21,43
			P	
Otros asociados	2,1	Cp.	33,30	
		Cl.	33,30	
		P	33,30	
TOTAL		95,2		

* Reserva Nacional Río de los Cipreses.

** Reserva Nacional Río Clarillo.

*** Reserva Forestal Peñuelas.

TABLA 3-B. Clasificación taxonómica de los agentes que producen problemas fitosanitarios en *Quillaja saponaria* "Quillay" en el tipo forestal esclerófilo (Fuente: Cogollor et al., 1989).

Hemisferios de muestreo.	Especie o familia.	Orden y/o familia.
Follaje	Aphididae <i>Capnodium</i> sp. <i>Ciphometopus</i> sp. <i>Cuscuta chilensis</i> <i>Diaspidis chilensis</i> <i>Genniocrems chilensis</i> <i>Melanospis sitreana</i> <i>Nezara viridula</i> <i>Oryctomorpha bimaculatus</i> <i>Procalus viridis</i> <i>Eulia aurarea</i> <i>Tretraris chilensis</i> <i>Tylancheris gutulata</i>	(Homoptera, Aphididae) (Capnodiaceae) (Coleóptera, Curculionidae) (Cuscutaceae) (Homóptera, Diaspididae) (Coleoptera, Curculionidae) (Homóptera, Diaspididae) (Hemiptera, Pentatomidae) (Coleoptera, Scarabeidae) (Coleoptera, Chrysomelidae) (Lepidoptera, Tortrichidae) (Lepidoptera, Geometridae) (Coleoptera, Buprestidae)
Tallos y ramas	<i>Acanthinodera cummingi</i> <i>Brachychilus scutellaris</i> <i>Callideriphus laetus</i> <i>Capnodium</i> sp. <i>Diaspidis chilensis</i> <i>Hesperophanes sulcicornis</i> <i>Melanospis siteana</i> <i>Mycrocleptes</i> sp. <i>Polycaon chilensis</i> <i>Psittacanthus cuneifollius</i> <i>Rhyepenes humeralis</i> <i>Tettigades chilensis</i> <i>Strongylaspis limae</i>	(Coleoptea, Cerambycidae) (Coleoptea, Cerambycidae) (Coleoptea, Cerambycidae) (Capnodiaceae) (Homoptera, cerambycidae) (Coleoptera, Cerambycidae) (Homoptera, cerambycidae) (Coleoptera, Bostrichidae) (Coleoptera Bostrichidae) (Loranthaceae) (Coleoptera, Curculionidae) (Homoptera, Cicadidae) (Coleoptera, Cerambycidae)
Flores, frutos y semillas	Aphididae	(Homoptera, Aphididae)
Raíces	<i>Tettigades chilensis</i>	(Homoptera, Cicadidae)

9.3 ANEXO 3. Registro estadístico de las explotaciones de Quillay en la octava región.

Tabla 4-B. Registro estadístico de las explotaciones de Quillay en la octava región. Período 1979 a 1996.

Año	Sol.* (n°)	Arboles (n°)	Sup.** (ha)	Explotación corteza				Descepadura		
				Sol. (n°)	Arboles (n°)	Sup. (ha)	Corteza (kg)	Sol. (n°)	Arboles (n°)	Sup. (ha)
1979	68	16104	587,73	51	11273	550,90	357860	17	4831	36,83
1980	21	3913	177,15	16	2739	132,86	65950	5	1174	44,29
1981	52	8542	507,00	18	1760	98,00	43980	34	6782	409,00
1982	88	15903	724,87	71	11418	514,87	316962	17	4485	210,00
1983	114	18003	744,30	83	14326	551,90	374935	31	3677	192,40
1984	44	14462	379,70	16	10771	201,30	122439	28	3691	178,40
1985	54	3477	177,60	10	805	39,40	18985	44	2672	138,20
1986	42	6898	334,00	18	5788	270,20	115865	24	1110	63,80
1987	48	3011	103,70	14	1242	40,25	64300	34	1769	63,45
1988	63	21041	293,57	34	19227	228,75	84400	29	1814	64,82
1989	80	7867	523,87	43	4516	375,75	83795	37	3351	148,12
1990	87	12716	475,94	57	10982	374,60	118550	30	1734	101,34
1991	78	8386	324,31	47	4631	183,20	77650	31	3755	141,11
1992	85	23862	719,58	23	10874	465,50	48400	62	12988	254,08
1993	107	17677	494,17	60	10746	297,10	155570	47	6931	197,07
1994	52	3747	225,72	14	767	41,45	21900	38	2980	184,27
1995	149	17613	1382,48	141	13472	1141,13	317150	48	4141	241,35
1996	209	50841	1926,48	177	25705	1485,10	547990	32	25136	441,38

* Solicitud; ** Superficie

Fuente: Raggi (1997).

9.4 ANEXO 4. Antecedentes legales relacionados con el Quillay.

9.4.1 Reglamento para la exportación de corteza de Quillay.

CONSEJO NACIONAL DE COMERCIO EXTERIOR

CORTEZA DE QUILLAY DE EXPORTACIÓN

Septiembre, 15 de 1938

N° 1.247.- Vistos: La facultad que me confiere la Ley N° 4.472, de 24 de noviembre de 1928 y lo dispuesto en el Reglamento General del Servicio de Control Comercial de Exportación.

Decreto:

Apruébase el siguiente Reglamento N° 15 de Requisitos para la Corteza de Quillay de Exportación.

Artículo 1°.- El presente Reglamento fija los requisitos que debe reunir la corteza de Quillay de exportación, sin cuyo cumplimiento las inspecciones de Control no autorizarán el embarque al exterior de este producto, ni otorgarán el Certificado de Control a que se refiere el Reglamento General del Servicio.

Capítulo I.

Clasificación.

Artículo 2°.- La corteza de Quillay de exportación se clasificará en cuanto a su calidad en:

Grado Superior

Grado Uno, y
Grado Dos.

Artículo 3°.- Grado Superior: Se considera de Grado Superior la corteza de Quillay de aspecto sano, seca, de color uniforme característico (crema claro por la cara interna y rosado por la externa), bien raspada, cortada en trozos planos denominados "trolas", de un tamaño de diez centímetros de ancho por cincuenta centímetros de largo y 5 milímetros de espesor.

Se aceptará una tolerancia hasta el 5% en total de defectos y daños, dentro del cual no podrá haber más de 1% de cada defecto independiente.

La humedad máxima admisible será de un 10%.

Artículo 4°.- Grado Uno: Se considera de Grado Uno la corteza de Quillay de aspecto sano, seca, de color uniforme característico (crema claro por la cara interna y rosado por la externa), bien raspada, cortada en trozos planos denominados "trolas", de un tamaño mínimo de 10 centímetros de ancho por 30 centímetros de largo y 3 milímetros de espesor.

Se aceptará una tolerancia hasta el 15% en total de defectos y daños, dentro del cual no podrá haber más de 3% de cada defecto independiente.

La humedad máxima admisible será de 10%.

Artículo 5°.- Grado Dos: Se considera de Grado Dos la corteza de Quillay que no reúna los requisitos establecidos para las calidades anteriores en trozos denominados

"trolas", de un tamaño mínimo de 7 centímetros de ancho por 30 centímetros de largo y 2 milímetros de espesor.

La humedad máxima admisible será de 12%.

Artículo 6°.- Corteza de Quillay Partida: Podrá exportarse también la corteza de Quillay partida o picada en trozos más pequeños que los indicados anteriormente, debiendo ser esta corteza de calidad correspondiente al Grado Superior o Grado Uno.

Capitulo II.

Requisitos Generales.

Artículo 7°.- Envase: La corteza de Quillay de exportación se empacará en fardos aprensados y alambrados o bien en bultos forrados con arpillera apta para embarque, la arpillera o la denominada "de un uso", siempre que esté limpia y no tenga rotulas o parches.

Los fardos con corteza de Quillay que no estén revestidos en arpilleras llevarán un etiqueta de madera, cuero o celuloide de un tamaño mínimo de 10 centímetros de largo por 6 centímetros de ancho, destinada a estampar las marcas.

Artículo 8°.- Marcas: Las marcas deberán estamparse en los fardos o etiquetas, serán las siguientes:

- a) Marca Oficial de Control que contendrá: Producto, Grado y "Chile", todo esto encerrado en la silueta del Escudo de Chile de acuerdo con el diseño establecido.
- b) Marca registrada del exportador, y

c) Las indicaciones de consignatorio, peso y destino que son opcionales por parte del exportador.

9.4.2 Normas para la explotación del Quillay.

D.S. N° 366 de 17 de febrero de 1994, del Ministerio de Tierras y Colonización.

Artículo 3°.- En conformidad con el art. 19 de la ley de bosques en vigencia, prohíbese la corta de Quillay y la explotación de sus productos, tales como leña, carbón y corteza, entre el 1° de enero y el 30 de abril de cada año. Fuera de esta época los interesados en explotar este árbol deberán solicitar permiso al Servicio Agrícola y Ganadero.

Artículo 4°.- Desde la fecha de publicación del presente reglamento, prohibese el descortezado de Quillay estando el árbol en pie. Al derribarlo el corte debe hacerse en "bisel" a una altura que fluctúe entre 20 y 50 cm. del suelo sin dañar la corteza que queda adherida al tronco.

Artículo 5°.- Las personas que deseen incorporar al cultivo agrícola terrenos que vegetan quillayes, deberán solicitar permiso al Servicio Agrícola y Ganadero y este permiso será otorgado siempre que el cultivo dé un rendimiento superior al que se obtendrá de la explotación de dichos árboles.

Artículo 6°.- En los suelos de rulo y en los regados de fuerte pendiente no se permitirá el descepado de los quillayes sin autorización escrita del Servicio Agrícola y Ganadero.

Artículo 7°.- Se considerarán plantaciones de bosques, para los efectos de lo dispuesto en el art. 7°, no sólo los ejemplares que provengan de semillas sino también los renuevos que forman bosques y están en suelos de índole forestal, previo informe de los Servicios Técnicos del Ministerio de Agricultura.

Artículo 8°.- Las infracciones de los artículos anteriores serán sancionadas en la forma y con las penas establecidas en los artículos 21, 22 y 23 de la ley de bosques.

Artículo 9°.- Caerán en comiso los productos indebidamente explotados a que se refiere el presente reglamento en conformidad a lo preceptuado en los artículos 441 y 501 del Código Penal.

Artículo 10.- corresponde a los funcionarios del Ministerio de Agricultura y Carabineros de Chile, la vigilancia en el cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento.

Artículo 11.- Los compradores de corteza de Quillay, deberán solicitar autorización al Servicio Agrícola y Ganadero - División Forestal, para exportar este producto, autorización que será otorgada siempre que se acredite que el Quillay que se desea exportar ha sido explotado de acuerdo a las disposiciones de este reglamento.

9.4.3 Alcances del Decreto ley 701.

Desde el 21 de marzo de 1979, fecha en la cual se reemplazo el texto del Decreto Ley 701, de 1974, manteniendo el mismo número de Decreto Ley. En virtud de lo que indica el artículo 21 de la referida ley, cualquier acción de corta o explotación de bosques, efectuada o no en terrenos

calificados de aptitud preferentemente forestal, deberá hacerse previo plan de manejo aprobado por la Corporación Nacional Forestal.

La contravención a esta obligación hará incurrir al propietario del terreno o a quien efectuare la corta o explotación no autorizada, según determine la corporación, en una multa que será igual al doble del valor comercial de los productos, cualesquiera que sea su estado o su grado de elaboración. Cuando los productos se encontraren en poder del infractor, caerán además en comiso.

Si los productos provenientes de la corta o explotación ejecutada en contravención a lo dispuesto en este artículo fueren enajenados, el infractor será sancionado con una multa equivalente al triple de su valor comercial.

Los productos decomisados serán enajenados por la Corporación.

La contravención a lo dispuesto en el párrafo primero, facultará, además, a la Corporación para ordenar la inmediata paralización de las faenas, para cuyo efecto podrá recurrir el auxilio de la fuerza pública al juzgado de policía local competente.

Además, el artículo 22 del mismo decreto indica que: Toda acción de corta o explotación de bosques obligará al propietario de los terrenos respectivos a reforestar o a recuperar una superficie de terreno igual, a lo menos, a la cortada o explotada en las condiciones contempladas en el plan aprobado por la Corporación.

Dicha obligación podrá cumplirse en un terreno distinto de aquel que se efectuó la corta o explotación, solo cuando el plan aprobado por la Corporación así lo contemple. Las plantaciones que en este caso se efectúen se consideraran como reforestación para todos los efectos legales.

Reglamento del Decreto Ley N° 701, De 1974, sobre fomento forestal. Núm. 259.- Santiago, 1° de septiembre de 1980.

TITULO I

DE LA CALIFICACIÓN DE TERRENOS DE APTITUD PREFERENTEMENTE FORESTAL Y DEL PLAN DE MANEJO

Artículo 19.- Para determinar el método de corta o explotación de bosque nativo, se reconocen los tipos forestales:

- a) Alerce (*Fitzroya cupressoides*).
- b) Araucaria (*Araucaria araucana*).
- c) Ciprés de la Cordillera (*Austrocedrus chilensis*).
- d) Ciprés de la Guaitecas (*Pilgerodendron uvifera*).
- e) Coihué de Magallanes (*Nothofagus betuloides*).
- g) Lengua (*Nothofagus pumilio*).
- h) Roble - Raulí - Coihué (*Nothofagus obliqua*, *Nothofagus alpina*, *Nothofagus Dombeyi*).
- i) Roble - Hualo (*Nothofagus obliqua*, *Nothofagus gluaca*).

j) Siempreverde.

k) Esclerófilo: es aquel que se encuentra representado por la presencia de, a lo menos, una de las especies que a continuación se indican, o por la asociación de varias de ellas. Las especies que constituyen este tipo son: Quillay (*Quillaja saponaria*), Litre (*Lithraea cáustica*), Peumo (*Crytocaria alba*), Espino (*Acacia caven*), Maitén (*Maytenus boaria*), Algarrobo (*Prosopis chilensis*), Belloto (*Beilschmiedia miersii*), Boldo (*Peumus boldus*), Bollén (*Kageneckia oblonga*), Molle (*Schinus latifolius*) y otras especies de distribución geográfica similar a las ya indicadas.

Artículo 23.- El método de corta de protección será aplicable a los tipos forestales roble-hualo, roble-raulí-coihué, lenga, ciprés de la cordillera, esclerófilo, siempreverde, coihué de Magallanes y coihué-raulí-tepa.

El propietario deberá establecer 3000 plántulas por hectárea como mínimo, de las mismas especies cortadas del tipo, homogéneamente distribuidas.

Artículo 24.- La cota selectiva será aplicable a los tipos forestales: palma chilena, coihué-raulí-tepa, ciprés de las Guaitecas, coihué de Magallanes, siempreverde, esclerófilo, roble-hualo, ciprés de la cordillera, lenga y roble-raulí-coihué.

Mediante este método, solamente podrá extraerse hasta el 35% del área basal del rodal, debiendo establecerse como mínimo 10 plantas de la misma especie por cada individuo cortado, o 3000 plantas por hectárea del tipo

correspondiente; en ambos casos homogéneamente distribuidos. Una nueva corta selectiva en el mismo rodal, solamente se podrá efectuar una vez transcurridos cinco años desde la corta anterior.