

Quillaja
Sapona

**Diversificación de
Alternativas de
Producción Forestal y
Agroforestal para
Pequeños Propietarios
en el Secano**

MONOGRAFIA

**Proyecto de Desarrollo de
las Comunas Pobres de
la Zona de Secano
(Prodecop-Secano)**

QUILLAY

**FIA - INDAP
INFOR**

**Diversificación de
Alternativas de
Producción Forestal y
Agroforestal para
Pequeños Propietarios
en el Secano**

MONOGRAFIA

**Proyecto de Desarrollo de
las Comunas Pobres de
la Zona de Secano
(Prodecop-Secano)**

**FIA - INDAP
INFOR**

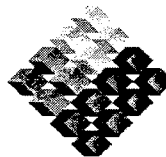
**DIVERSIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE
PRODUCCIÓN FORESTAL Y AGROFORESTAL PARA
PEQUEÑOS PROPIETARIOS EN EL SECANO**

Monografía de
Quillay
Quillaja saponaria

**PROYECTO DE DESARROLLO DE LAS COMUNAS
POBRES DE LA ZONA DE SECANO
(PRODECOP-SECANO)**



INFOR
Instituto Forestal



GOBIERNO DE CHILE
FIA - INDAP

Monografía de *Quillaja saponaria*

Registro de propiedad intelectual N° 116.183
Santiago de Chile, 2000

I.S.B.N. 956-7727-48-1

Autores:

Instituto Forestal (INFOR)
Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)
Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

Equipo de trabajo:

Susana Benedetti R.
Claudia Delard R.
Felipe Roach B.
Marta González O.

Financiamiento de la presente edición:

Programa de desarrollo de las Comunas Pobres del Secano, de INDAP,
a través de la supervisión de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

Primera edición: Julio, 2000.

Impresión Digital:

LOM Ediciones Ltda.

Concha y Toro 25, Santiago. Teléfono: 672 22 36 - Fax: 673 09 15

e-mail: impresos@edicioneslom.cl

Índice

1.	<i>Antecedentes Generales</i>	7
1.1	Origen y Distribución	7
1.2	Descripción de la Especie	8
1.3	Aspectos Reproductivos	11
1.4	Aspectos Genéticos	13
1.5	Aspectos Fisiológicos	13
2.	<i>Requerimientos Ecológicos</i>	17
2.1	Suelo	17
2.2	Clima	17
2.3	Altitud	18
2.4	Exposición	18
3.	<i>Asociaciones Ecológicas</i>	19
4.	<i>Plagas y Enfermedades</i>	23
5.	<i>Silvicultura y Manejo</i>	29
5.1	Propagación	29
5.1.1	Propagación natural	29
5.1.2	Propagación artificial	31
5.2	Establecimiento	36
5.2.1	Siembra directa	37
5.2.2	Plantación	38
5.2.3	Densidad de plantación	50

5.2.4 Riegos	51
5.2.5 Fertilización	52
5.2.6 Control de malezas	52
5.2.7 Condiciones básicas para el establecimiento de tipo . intensivo en una plantación de Quillay	53
5.3 Manejo	55
5.3.1 Tratamientos silviculturales	55
5.3.2 Crecimiento	59
6. Características de la Madera	65
6.1 Características y Clasificación	65
6.2 Propiedades Físicas	65
6.3 Características Químicas	65
Conclusiones	67
Bibliografía	69

Prólogo

Los pequeños propietarios del secano se caracterizan por estar ubicados en zonas agroecológicas adversas en comparación con otras comunidades que habitan en el país. Las principales limitantes corresponden a una precipitación escasa y concentrada en muy pocos meses del año, suelos en avanzado estado de erosión y el tamaño reducido de la propiedad de los campesinos, que hacen de este sector una de las zonas que concentra la mayor cantidad de comunas pobres del país.

En este escenario, donde la generación de ingresos proviene principalmente del aprovechamiento de la tierra, la incorporación de nuevas alternativas de producción que impliquen una ganancia en la productividad del sistema predial representa un aporte concreto al desarrollo del sector objetivo. Por otro lado, la utilización que hacen los campesinos de sus terrenos, muestra la multiplicidad de usos que dan a sus recursos naturales, los que muchas veces son subutilizados o explotados más allá de su capacidad de recuperación. Tomando en consideración estos elementos, el proyecto “Diversificación de alternativas de producción forestal y agroforestal para pequeños propietarios del secano” persigue diversificar las opciones forestales para los pequeños propietarios, hoy limitada a plantaciones de pino y eucalipto globulus, mediante la utilización de especies multipropósito como son *Eucalyptus camaldulensis*, *Quillaja saponaria*, *Robinia pseudoacacia* y *Gleditsia triacanthos*.

El presente documento, Monografía de *Quillaja saponaria*, se inserta en el esfuerzo del Instituto Forestal para contribuir al desarrollo forestal campesino y en el conjunto de investigaciones orientadas a proporcionar información objetiva y oportuna para quienes deseen invertir en esta opción productiva.

Esta monografía conjuga toda la información posible de recopilar vía revisiones bibliográficas e información sobre crecimiento, desarrollo, características tecnológicas y opciones productivas, derivadas de la experimentación, análisis y evaluaciones del comportamiento de la especie en Chile.

El Instituto Forestal agradece al Programa de Desarrollo de las Comunas Pobres, PRODECOP del Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario, INDAP, y a la Fundación para la Innovación Agraria, FIA , a través de quienes se financió y ejecutó esta investigación. Agradece además a los propietarios que colaboraron y aportaron a esta iniciativa, con quienes se trabajó en conjunto e hicieron posible el finalizar el proyecto y la obtención de productos como éste, que permitirán difundir a un amplio nivel de usuarios sus resultados.

Antecedentes Generales

1.1 Origen y Distribución

El género *Quillaja* es originario de Sudamérica. Según Navas (1976 cit. por Gallardo y Gastó, 1987), existen tres especies que se distribuyen en Brasil, Uruguay, Perú, Argentina y Chile, aunque Bosse (1980, cit. por Gallardo y Gastó, 1987) menciona sólo dos; *Quillaja saponaria*, la que es considerada endémica de Chile, Bolivia, Perú y Ecuador (Neuenschwander, 1965; Bosse, 1980, cit. por Gallardo y Gastó, 1987; Montenegro *et al.*, 1989) y *Quillaja brasiliensis*, endémica de Brasil y Paraguay (Bosse, 1980, cit. por Gallardo y Gastó, 1987).

Quillaja saponaria Mol. es comúnmente conocida como “Quillay”, “Palo jabón”, “Jabón de Palo”, “Quillaya”, “Cortex Panamá”, “Soaptree bark”, “Soapbark”, “China bark”, “Murillo bark”, “Bois de Panamá”, “Corce de Panamá”, “Seifenrinde”, “Seifenholz” o “Waschholz”.

El nombre genérico “Quillaja” deriva de la denominación indígena Quillay, que se emplea también como nombre común, y el específico “saponaria” significa “que puede usarse como jabón”.

La especie en Chile se distribuye entre los 30° 30' latitud sur y los 38° latitud sur, esto es desde Ovalle, en la IV Región de Coquimbo, a Collipulli en la IX región de la Araucanía. En forma más precisa de acuerdo con Neuenschwander (1965) y Reiche (1934 cit. por Gallardo y Gastó, 1987) se localizaría en las provincias de Coquimbo, Aconcagua, Valparaíso, Santiago, O'Higgins, Colchagua, Curicó, Talca, Maule, Linares, Ñuble, Concepción y Bío-Bío. Estévez (1994), ubica la especie en

el área comprendida desde la Provincia del Limarí (IV Región) hasta el Bio-Bio (VIII Región), en la zona litoral y andina, desde los 15 a los 1.600 msnm. Vita (1974), por su parte, la localiza desde el norte de Ovalle hasta el sur de Angol desde la vertiente este de la Cordillera de la Costa hasta la Cordillera de los Andes. Si bien en general las áreas de distribución según los distintos autores no difieren significativamente, es importante resaltar el amplio espectro ambiental bajo el cual el Quillay es capaz de desarrollarse.

El Quillay pertenece al tipo forestal esclerófilo, que se caracteriza por la presencia dominante de especies de hojas duras, de dimensiones tales que se pueden calificar de arbustivas o arborescentes (Donoso, 1981 cit. por Estévez, 1994). Es una de las especies arbóreas de mayor importancia en el bosque esclerófilo, por su abundancia y amplia distribución en el país (Vita, 1989). Su alta plasticidad permite encontrarlo en sitios muy variados de la zona central, desde lugares asoleados hasta las partes más altas de los cerros, más o menos secos y con poca vegetación, debido a la capacidad de adaptarse a climas secos y cálidos (Wrann, 1985). En el litoral se presenta en forma arbustiva, mientras que en los valles de la cordillera se encuentra en forma de árboles (Muñoz, 1962, cit. por Benedetti, s.f.).

Debido a la intervención humana desde principios del siglo pasado, ya sea para su utilización directa extrayendo su corteza o por el despeje de suelos para la agricultura, su distribución ha sido alterada, de tal manera que ha quedado relegada a lugares generalmente de difícil acceso y escaso uso alternativo (Alfaro, 1974; Vita, 1974 cit. por Gallardo y Gastó, 1987). Por este motivo las formaciones de Quillay presentan una cobertura y densidad baja, que normalmente no sobrepasa los 30 individuos por hectárea (Toral y Rosende, 1986).

En otros países como Alemania, Estados Unidos (en el sur de California) e India (en el norte), se han establecido plantaciones de Quillay y de otras especies del género (Youngken, 1951 cit. por Neuenschwander, 1965; Navas, 1976 cit. por Gallardo y Gastó, 1987).

1.2 Descripción de la Especie

El Quillay se presenta como un árbol o arbusto, que alcanza entre 20 y 30 m de altura y 1,5 m de DAP, en suelos profundos y planos (Vita, 1974). Su follaje es

siempreverde y su corteza es cenicienta. Su tronco es casi cilíndrico y normalmente se ramifica entre los 2 y 5 m del suelo con gran frondosidad, por lo que es común emplearlo en el campo para protección de ganado (Pérez, 1983; Bouse, 1980 cit. por Gallardo y Gastó, 1987). Posee una ramificación simpodial (Montenegro *et al.*, 1989).

La corteza joven es lisa, de color pardo claro. En los ejemplares de mayor edad la corteza se oscurece y en muchos casos adopta un color ceniciento (Neuenschwander, 1965).

Muñoz (1971, cit. por Gallardo y Gastó, 1987) describe a la especie con hojas alternas, color verde amarillento de 3 a 4 cm de largo y 1,3 a 3 cm de ancho, con posible corte de 2 mm y estípulas pequeñas y caducas. Pérez (1983) describe las hojas como perennes, coriáceas, oblongas y de borde casi liso.

Sus flores, hermafroditas, son blancas y aplanadas de 15 mm de longitud, polígamo-dioicas, con 3 a 5 pedicelos y 2 brácteas; las laterales son masculinas y la central es fértil; el tubo del cáliz es persistente, coriáceo, con 5 pétalos pequeños estipulados; el disco es grueso y carnoso; presenta 10 estambres de los cuales 5 son opuestos a los pétalos e insertos en la base del disco y los otros 5 alternos insertos en el ápice de los lóbulos del disco (Muñoz 1971, cit. por Gallardo y Gastó, 1987; Pérez, 1983).

Florece desde noviembre a enero (Muñoz, 1971, cit. por Gallardo y Gastó, 1987). Montenegro *et al.* (1989) menciona que las yemas florales se presentan entre noviembre y diciembre; que la floración ocurre desde mediados de diciembre a enero, que los frutos maduran desde mediados de enero a marzo y que la dispersión de las semillas se produce entre febrero y abril.

El fruto está compuesto de 5 carpelos sésiles, 5 estilos terminales libres y 5 folículos estrellados, coriáceos, de 3 a 5 cm de diámetro. Las semillas son numerosas y comprimidas y terminan en un ala de 15 mm de largo por 4 a 5 cm de ancho.

La mayoría de las especies esclerófilas tienen estomas sólo en el envés de las hojas (Di Castri y Mooney, 1979 cit. por Estévez, 1994). El Quillay en cambio posee estomas en ambas caras (Specht, 1988). Otra característica es el gran desarrollo

que alcanza su sistema radicular tanto en profundidad como horizontalmente. Esta estrategia ya es evidente en plántulas de Quillay, las que presentan un desarrollo aéreo de 1 a 2 cm y un sistema radicular de 10 a 15 cm de longitud (Vita, 1966 cit. por Estévez, 1994). Además posee las siguientes adaptaciones, que le permiten sobrevivir a la herbivoría, cosecha, estrés, plagas, fuego y otros factores (Estévez, 1994):

- a) Órganos leñosos subterráneos. Por ejemplo, los lignotúberes, presentes en géneros forestales como *Eucalyptus*, *Quercus*, y en especies nativas tales como *Lithraea*, *Cryptocaria*, *Acacia* y otras.
- b) Vigorosa retoñación. Característica común de la vegetación esclerófila de clima mediterráneo en el ámbito mundial.
- c) Corteza gruesa. Peridermis suberosa protectora en lignotúberes (Vita, 1989).

También es posible observar otras adaptaciones al nivel de yemas de renuevo, que las protegen de la sequía tanto del suelo como de la atmósfera propia del clima mediterráneo semiárido. En el país, estas adaptaciones se observan en las principales especies del bosque esclerófilo durante el verano, época en la cual ocurre un incremento del estrés hídrico. Estos caracteres, que permiten a las yemas sobrevivir al estrés y radiación, se presentan en *Quillaja saponaria* de la siguiente forma:

1. Escamas protectoras, las que forman una cúpula que aísla casi completamente del medio externo al meristemo vegetativo y a los primordios foliares preformados.
2. Tricomas filamentosos, que aparecen cubriendo las escamas y primordios foliares de las yemas vegetativas del Quillay.
3. Cristales y taninos. Es posible encontrar altas concentraciones de estos cristales en las vacuolas de las células del mesófilo de los primordios foliares, los cuales al ser exudados constituyen superficies reflectantes, disminuyendo la radiación solar que incide sobre el meristema (Mooney, 1977 cit. por Estévez, 1994). Parece ser que la misma función cumplen los taninos, ya que siendo derivados

fenólicos, tienen la propiedad de reflejar la luz (Ginocchio y Montenegro, 1989 cit. por Estévez, 1994).

El Quillay es considerada una de las especies más interesantes que crecen en la zona semiárida de Chile, por el aprovechamiento de su corteza, de la que se extrae saponina de múltiples usos (Prado y Aguirre, 1987). Además es capaz de desarrollarse en áreas que no tienen un uso alternativo, excepto el pastoral en algunos casos, y que son marginales para *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*. Ecológicamente su presencia no altera el régimen hidrológico ni la vida silvestre. Su hojarasca se descompone con facilidad, incorporándose al suelo (Vita, 1974). Todas estas características hacen del Quillay una especie apta para los programas de reforestación de esas zonas áridas y semiáridas, que ocupan en Chile casi el 50% del territorio continental (Prado, 1979 cit. por Gallardo y Gastó, 1987).

1.3 Aspectos Reproductivos

El Quillay es una especie polígamo-monoica o hermafrodita, que se reproduce en forma natural tanto por semillas como por propagación vegetativa (Mera, 1990).

El número de semillas por kilo es de aproximadamente 138.000 (± 13.000), con una pureza de $92\% \pm 3\%$ y una capacidad germinativa de $43\% \pm 28\%$ (López *et al.*, 1986). Al respecto, Wrann (1985) menciona que hay entre 120.500 y 244.000 semillas por kilo.

Vita (1969; 1974) amplía estos valores de 120.000 a 250.000 semillas por kg de semillas puras, los que varían según su procedencia. El número de semillas puras por kg de muestra (semillas puras más semillas vanas) varía entre 10.000 y 55.000.

Los valores de su capacidad germinativa fluctúan entre 22-80%, y la energía germinativa entre 5-35% (Vita, 1969 cit. por Vita, 1974 y Gallardo y Gastó, 1987). La semilla no requiere pretratamiento para su germinación y su viabilidad es buena, manteniéndose por más de un año (Vita, 1974).

Se ha demostrado que el origen de las semillas afecta tanto la capacidad germinativa como el número de semillas por kilo y el porcentaje de pureza de las semillas. Vita

(1969) colectó semillas de 10 localidades dentro del área de distribución del Quillay y analizó estas características. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1
Localidades y descripción de las procedencias de Quillay, capacidad germinativa, porcentaje de pureza y número de semillas por kilo

Localidad	Altitud (m)	Precipitación anual (mm)	Capacidad germinativa (%)	Porcentaje de pureza (%)	N° semillas puras por kilo de muestra	N° semillas por kilo de semillas puras
Illapel (IV Región)	700	207	78,00	25,80	34.780	127.380
Papudo (V Región)	50	232	68,50	29,12	35.960	120.480
Viña del Mar (V Región)	200	440	63,75	18,98	32.620	166.666
Cuesta Zapata (V Región)	640	480	46,75	9,78	18.900	188.670
Cuesta Barriga (R.M.)	560	365	56,00	14,02	22.120	156.250
Cajón del Maipo (R.M.)	750	640	38,25	11,84	22.880	178.570
Río Colorado (R.M.)	940	603	22,00	4,72	10.880	227.270
Lagunillas 1 (R.M.)	1.300	603	51,75	13,00	27.640	243.900
Lagunillas 2 (R.M.)	1.400	603	59,00	11,04	23.200	196.070
San Fabián (VIII Región)	350	1.346	65,75	42,00	53.880	128.500

Fuente: Vita, 1969.

Estos valores indican que el efecto de la procedencia es significativo para las variables consideradas, siendo Illapel, Papudo y San Fabián las mejores procedencias

para todos los análisis efectuados. Por este motivo, en la recolección de semillas de Quillay para planes de forestación, se debe considerar no sólo la época de colecta (abril) sino también el origen de ellas (Vita, 1969).

1.4 Aspectos Genéticos

Los estudios sobre el origen de las semillas en especies nativas como es el caso del Quillay muestran generalmente que el origen local es el más adecuado, pero no necesariamente el más productivo (Callaham, 1964, cit. Smith *et al.*, 1976).

Smith *et al.* (1976) realizaron un estudio biosintético de las semillas de 17 procedencias de Quillay, entre Ovalle (IV Región) y Collipulli (IX Región), para comprobar si había diferencias entre las semillas dentro de una misma madre, dentro de una misma procedencia y entre procedencias. Determinaron que el largo de las semillas varía entre 3,78 y 5,03 mm y no encontraron diferencias significativas al nivel del 1 % entre procedencias. Con respecto al peso de las semillas, para 1.000 semillas varió entre 5,73 gr (Alicahue, provincia de Aconcagua) y 8,92 gr (María Pinto, Provincia de Santiago), encontrándose algunas diferencias entre procedencias, las que pueden atribuirse a influencia ambiental o a que existe una diferenciación genética.

1.5 Aspectos Fisiológicos

Debido a la importancia del Quillay como productor de saponina, se han realizado estudios que caracterizan el comportamiento de esta sustancia en el árbol. Es así como Sfein (1990) determinó una fluctuación de este componente durante el año, observando que variaba de acuerdo a la estación. Los resultados del estudio se observan en el Cuadro 2.

Cuadro 2
Concentración de saponina en Quillay (%) durante el año

Mes	Año	Componentes	
		Hojas	Tallo
Agosto	1987	3,20	9,40
Septiembre	1987	4,04	10,47
Octubre	1987	3,92	12,70
Noviembre	1987	4,58	9,30
Diciembre	1987	4,70	14,20
Enero	1988	5,90	18,60
Febrero	1988	4,60	15,66
Marzo	1988	4,61	10,30
Abril	1988	4,36	8,40
Mayo	1988	4,17	8,52
Junio	1988	3,84	7,10
Julio	1988	3,50	5,65
Promedio		4,28	10,86

Fuente: Sfeir, 1990.

Un estudio realizado en Chile por Toral y Rosende (1986), también determinó diversas cantidades de saponina según los distintos componentes del árbol (Cuadro 3). Los mismos autores observaron que no existe una relación clara entre la concentración de saponina y la edad de los árboles para los diferentes componentes de la biomasa.

Cuadro 3
Concentración de saponina en los distintos componentes del árbol

	Saponina (%)	Biomasa (%)	Total Relativo	% Saponina Total
Corteza	11,6	11	1,276	14,43
Fuste	8,8	68	5,498	63,63
Ramillas	10,0	15	1,500	17,36
Hojas	6,1	6	0,366	4,58
Total	-	100	8,640	100,00

Fuente: Toral y Rosende, 1986.

En definitiva, todo el árbol con sus distintos componentes contiene cantidades significativas de saponina, estando la mayor cantidad presente en la corteza.

Requerimientos Ecológicos

2.1 Suelo

Es una especie adaptada para vivir en sitios pobres, secos y cálidos. Crece bien en suelos degradados, con pendiente y asoleados (Estévez, 1994), aunque su mayor desarrollo lo alcanza en suelos profundos y planos (Vita, 1974).

En general no acepta excesos de agua y no se presenta en suelos lacustres orgánicos y arcillosos con mal drenaje o con exceso de salinidad (Vita, 1989).

Las áreas donde se encuentra la especie corresponden generalmente al coluvio de la Cordillera de Los Andes y a suelos graníticos depositacionales y de lomajes y cerros de la Cordillera de la Costa. En esta última ubicación, la especie está presente en casi todas las posiciones fisiográficas y en diversos estados de abundancia (*Op. cit.*).

2.2 Clima

La distribución de la especie abarca condiciones climáticas diversas. Se adapta a climas secos y áridos, pero también se encuentra en lugares frescos y húmedos, con presencia de nieves y heladas (Rodríguez *et al.*, 1983; Montes y Wilkomirsky, 1985 cit. por Martin F., 1989 y cit. por Benedetti, s.f.).

En el extremo septentrional de su distribución (Ovalle, IV Región), el clima se caracteriza por presentar 10 meses de sequía y 150 mm anuales de precipitación, y en el extremo meridional (Collipulli, IX Región) presenta 3 meses de sequía y 1.500 mm anuales de precipitación (Estévez, 1994).

Sobre los 800 mm anuales de precipitación se observa que el Quillay se encuentra preferentemente en laderas de exposición norte y en suelos de mayor sequedad. En cambio con 300 mm de precipitación anual, se observa en laderas de exposición sur y con menos de 250 mm en llanos con aportes hídricos externos (Vita, 1989).

Vita (1974) señala que debido a su plasticidad la especie es capaz de desarrollarse tanto en condiciones de temperaturas moderadas, como soportando calores en verano e intensos fríos en invierno. Presenta resistencia a la nieve y a períodos de sequía.

2.3 *Altitud*

La especie se encuentra en altitudes desde los 100 msnm en la Cordillera de la Costa hasta los 1.500 msnm en la Cordillera de los Andes (Vita, 1974; Gallardo y Gastó, 1987).

2.4 *Exposición*

El Quillay se presenta tanto en las laderas de exposición norte como en las de exposición sur (Estévez, 1994). En la Cordillera de la Costa se presenta solamente en pendientes hacia el interior del llano central y no en lugares expuestos directamente al mar (Vita, 1974). Los sectores muy expuestos a vientos fuertes no son recomendables para la plantación de la especie.

Asociaciones Ecológicas

En general, *Quillaja saponaria* forma masas puras abiertas, constituyendo bosques de tipo parque. También crece junto a otras especies forestales, tales como litre (*Lithraea caustica*), peumo (*Cryptocria alba*), maitén (*Maytenus boaria*), boldo (*Peumus boldus*) y otras (Vita, 1974; Palacios, 1980 cit. por Gallardo y Gastó, 1987). Sin embargo, debido a que es una especie intolerante, puede ser desplazada por otras más tolerantes, como peumo o boldo, cuando éstos se encuentran en condiciones más favorables de humedad (Vita, 1974).

En el Valle Central se asocia con espino (*Acacia caven*), litre (*Lithraea caustica*), trevo (*Trevoa trinervis*), huingán (*Schinus poligamus*), boldo (*Peumus boldus*) y otras. Más al sur aparece formando un bosque abierto asociado a boldo (Rodríguez *et al*, 1983 cit. por Estévez, 1994). Hacia el sur de su área de distribución se mezcla con diversas especies caducifolias del género *Nothofagus*, en la zona mesomórfica (Vita, 1974; Gallardo y Gastó, 1987). En dicha zona se consigna a la comunidad de Quillay (*Quillaja saponaria*) y litre (*Lithraea caustica*) como representante del estado climácico de algunos sectores (Vita, 1974; Schmithüsen, 1956 y Oberdorfer, 1960 cit. por Gallardo y Gastó, 1987).

Otro dato interesante sobre la dinámica de la vegetación, indica que el Quillay correspondería a un estado climácico en la sucesión de espino (*Acacia caven*).

Para efectos del análisis general de la composición florística y estructura de la vegetación, Gajardo (1983, cit. por Estévez, 1994) considera las siguientes formaciones y comunidades en que participa *Quillaja saponaria*:

I. Región de las Estepas Alto-Andinas, se encuentra en la Cordillera de los Andes con una superficie de 12.938.125 há.

A) Sub-región de los Andes Mediterráneos. Presenta elementos del clima mediterráneo. Precipitaciones concentradas en invierno con gradiente que aumenta de norte a sur. De relieve esencialmente montañoso, con altas montañas de laderas escarpadas.

A1) *Matorrales Andinos Esclerófilos*. Esta formación se encuentra desde Combarbalá (IV Región) hasta San Fernando (VI Región). Se distinguen en esta formación las especies típicas de la región de los Matorrales y Bosques Esclerófilos además de *Quillaja saponaria*, otras especies como: colliguay (*Colliguaya odorífera*) y litre (*Lithraea caustica*).

II. Región de los Matorrales y Bosques Esclerófilos, que abarca cerca del límite sur de la IV Región hasta la VII Región.

A) Sub-región de los Matorrales y Bosques Espinosos. Gajardo (1983) señala el origen antrópico de esta sub-región.

A1) *Matorrales Espinosos de las Serranías Transversales*. Se caracteriza por la presencia de cadenas montañosas situadas entre ambas cordilleras, desde un poco más al norte del Río Choapa hasta el Valle de Aconcagua. Las comunidades tipo en que participa el Quillay es:

Quillay (*Quillaja saponaria*) - guayacán (*Porlieria chilensis*), comunidad de árboles altos, abiertos y arbustos agrupados en matorrales, generalmente ubicados en exposición sur.

A2) *Matorrales espinosos de la Cordillera de la Costa*. La comunidad de peumo (*Cryptocaria alba*) - Quillay (*Quillaja saponaria*) se encuentra alterada y en forma muy heterogénea, en los sectores de “piedmont” pedregosos.

B) Sub-región de los Bosques Esclerófilos. En ésta dominan los matorrales arborescentes y bosques, que en su mayoría corresponden a un monte bajo resultante de la regeneración vegetativa. Se extiende por las laderas de ambas cordilleras.

B1) *Bosque Esclerófilo de la Precordillera Andina.* Representado por laderas bajas y medias de la Cordillera de los Andes, limitado por la alta pendiente, con un ambiente muy seco en verano e inviernos fríos. Se encuentra ubicado desde los cerros de Conchalí y Manquehue, al noreste de Santiago hasta la ciudad de San Fernando.

Algunas comunidades son:

Quillay (*Quillaja saponaria*) - litre (*Lithraea caustica*): es la comunidad más característica y dispersa de esta formación. Su fisonomía es heterogénea, abarcando de matorral a bosque, pero siempre con un estrato arbóreo de densidad baja. Generalmente se localiza en situaciones de media ladera.

Quillay (*Quillaja saponaria*) - colliguay (*Colliguaya odorifera*): se ubica en zonas altas de laderas rocosas y en valles altos. Su fisonomía corresponde a un bosque o matorral alto, muy abierto.

Peumo (*Cryptocaria alba*) - Quillay (*Quillaja saponaria*): es común especialmente en laderas de exposición sur. De estructura heterogénea, se presenta pasando de matorral a bosque.

B2) *Bosque esclerófilo de los Arenales.* Corresponde al límite sur de las formaciones esclerófilas, suelos arenosos y pedregosos, con escasa capacidad de retención de agua. La comunidad más característica de esta formación es Quillay (*Quillaja saponaria*) - romero (*Fabiana imbricata*) en sectores donde los suelos son menos arenosos.

Plagas y Enfermedades

Se han realizado prospecciones extensivas en las Regiones Metropolitana, V y VI, seleccionando bosques del tipo forestal esclerófilo existentes en las Reservas Nacionales Río Clarillo, Río Los Cipreses y Reserva Forestal Lago Peñuelas. Se determinó que para Quillay el porcentaje de árboles sanos sólo alcanzó a un 4,8 %.

Entre los agentes dañinos encontrados se pueden describir los indicados en el Cuadro 4.

Cuadro 4
Agentes patógenos biológicos que afectan a *Quillaja saponaria* Mol.

Región del árbol atacada	Nombre científico del agente	Género y familia del agente
Follaje		Homóptera, Aphididae
	<i>Capnodium sp.</i>	Capnodiaceae
	<i>Diaspidis chilensis</i>	Homóptera, Diaspididae
	<i>Genniocremus chilensis</i>	Coleóptera, Curculionidae
	<i>Melanospis sitreana</i>	Homóptera, Diaspididae
	<i>Nezara viridula</i>	Hemíptera, Pethatomidae
	<i>Oryctomorphus bimaculatus</i>	Coleóptera, Scarabeidae
	<i>Procalus viridis</i>	Coleóptera, Chrysomrlidae
	<i>Eulia aurarea</i>	Lepidóptera, Tortrichidae
	<i>Tretraris chilensis</i>	Lepidóptera, Geometridae
	<i>Tylancheris gutulata</i>	Coleóptera, Buprestidae

Región del árbol atacada	Nombre científico del agente	Género y familia del agente
Follaje		Homóptera, Aphididae
	<i>Capnodium sp.</i>	Capnodiaceae
	<i>Diaspidis chilensis</i>	Homóptera, Diaspididae
	<i>Genniocrems chilensis</i>	Coleóptera, Curculionidae
	<i>Melanospis sitreana</i>	Homóptera, Diaspididae
	<i>Nezara viridula</i>	Hemíptera, Pethatomidae
	<i>Oryctomorphus bimaculatus</i>	Coleóptera, Scarabeidae
	<i>Procalus viridis</i>	Coleóptera, Chrysomrlidae
	<i>Eulia aurarea</i>	Lepidóptera, Tortrichidae
	<i>Tretraris chilensis</i>	Lepidóptera, Geometridaea
	<i>Tylancheris gutulata</i>	Coleóptera, Buprestidae

Fuente: Cogollor, *et al.* 1989.

Los efectos que tienen estos patógenos sobre los ejemplares de *Quillaja saponaria* según Cogollor *et. al.*, (1989) se detallan a continuación.

A. Parásitos vegetales

1. *Cuscuta sp.* “Cabello de ángel”.

Puede observarse en los ápices de las ramas y en medio del follaje, en la forma de una planta de tallo delgado que contrasta con el color verde del follaje. Al transcurrir el tiempo la planta envejece tomando un color café y el sector afectado, clorótico. Es común observarlo, y es fácilmente detectable a distancia debido al contraste que produce con el color del follaje del árbol.

2. *Psittacanthus cuneifolius*

Es una fanerógama parásita. Se distingue en medio del follaje del árbol, principalmente durante la época de floración, cuando presenta flores de color rojo intenso, que sobresalen llamativamente del follaje.

B. Insectos

1. *Acanthinodera cummingi* «Madre de la culebra»

Es uno de los insectos más grandes de los bosques de Chile, siendo posible de encontrar en troncos secos o en vías de descomposición, siempre que las condiciones de humedad y temperatura sean propicias. El daño es producido por la larva que perfora galerías de gran diámetro en la madera dejando como residuo un aserrín grueso, duro y fibroso. El orificio de salida es oval de gran dimensión, de alrededor de 3 cm. Su daño es secundario ya que, como se señaló anteriormente, sólo ataca árboles sobremaduros en descomposición. Deja la madera totalmente inutilizada. En árboles en pie el daño es irrelevante (Artigas, 1994).

2. *Brachychilus scutellaris*

En la madera se pueden encontrar pupas. El daño se traduce en galerías pequeñas con aserrín fino y compacto.

3. *Calliderriphus laetus* «Taladrillo del Peumo»

Es un taladrador de la madera y uno de los cerambícidos chilenos más pequeños. Produce daño en la madera de los árboles recién cortados y acelera la muerte de aquellos que están débiles o moribundos. Sus larvas dejan una galería ovalada de unos 5 mm con un aserrín fibroso, blanco y negro mezclado, como sal y pimienta. El orificio de salida es oval, de unos 3 a 4 mm y se puede apreciar en algunos árboles atacados. Su daño es secundario y generalmente se encuentra asociado al daño de otros agentes.

4. *Hesperophanes sulcicorni*

Es un agente de tipo secundario, no siendo común de encontrar. Ataca principalmente árboles adultos. Se pueden observar galerías con aserrín compacto y granular

en el fuste a nivel del cambium y se pueden encontrar larvas comiendo al final de la galería. Los orificios de salida son ovales.

5. *Strongylapsis limae* «Cruz de Malta»

Es un insecto taladrador de la madera, que se desarrolla principalmente sobre árboles débiles, semisecos, secos o moribundos. La larva deja grandes galerías de hasta 5 cm de diámetro con aserrín fibroso, seco, grueso y compacto, inutilizando la madera. El orificio de salida es de forma oval y alcanza 1,5 a 2,0 cm de diámetro, siendo considerado de menor importancia (Artigas, 1994).

6. *Genniocremus chilensis* «Capacho tuberoso del pino»

Es un escarabajo de la corteza. Su acción larval es común a la de los curculionidos, presentando galerías con fino aserrín compactado entre la corteza y la madera. En este estado afecta a árboles poco vigorosos. También se observa masticamiento del follaje del insecto en estado adulto. Es un agente secundario.

7. *Rhyephenes humeralis* «Marinerito del nogal»

Es un escarabajo de corteza que se encuentra en árboles debilitados. Perforan primero la corteza y luego la larva penetra a la madera ubicándose a nivel del cambium, donde hace galerías hasta completar su ciclo de desarrollo. Las galerías presentan un fino aserrín compactado. Forman su cámara pupal al final de ellas, ubicándose entre corteza y madera. Los orificios de salida son redondos de hasta 1 cm de diámetro. Su presencia en general es poco significativa y no afecta a árboles vigorosos.

8. *Polycaon chilensis* «Taladro chileno del ciprés»

Es un insecto taladrador de la madera que ataca los árboles enfermos, sobremaduros, secos o muertos, debilitando su resistencia natural. Favorece el ataque de hongos, provocando la inutilización de la madera por las galerías que cava la larva y la acción fungosa. Desarrolla galerías de hasta 1 cm muy redondas y concentradas, orientadas en distintas direcciones. Su aserrín es sumamente fino, como polvo. Los orificios de salida son de aproximadamente 1 cm. Su daño es secundario ya que no se encuentra en árboles vivos.

9. *Tylancheris gutulata*

Se ubica bajo la corteza en galerías planas y con aserrín muy fino. El ataque se concentra en árboles maduros. Su taladramiento no es fácil de encontrar.

10. *Procalus viridis*

Se puede observar al insecto adulto masticando principalmente las hojas más tiernas del árbol, que quedan con pequeños orificios tanto en la lámina como en los bordes. Es un insecto defoliador que ataca junto a otros defoliadores. En algunos árboles puede observarse daño del 50%.

11. *Cryptomorphus bimaculata*

Se presenta en árboles en estado de desmoronamiento, en los que se pueden observar galerías producidas por estos Scarabeidos que se desarrollan en madera en vías de putrefacción. Es común encontrar orificios de salida ovales y en ellos imagos atrapados. El daño es secundario. Además el imago produce defoliación.

12. Familia Aphididae

Es un problema que involucra a pocos árboles y dentro de éstos, sólo a algunas ramas.

13. *Tettigades chilensis* «Chicharra grande común»

El daño se manifiesta sobre ramas y ramillas donde se notan rasguños lineales que dejan al descubierto tejidos xilemáticos producto del levantamiento de la corteza por parte de la hembra, que ocasiona profundas heridas para depositar sus huevos. Su presencia es común, fácil de encontrar en árboles. Sin embargo, se desconoce cual es el efecto de su acción.

14. *Diaspidis chilensis* «Falsa escama de San José»

Visualmente se aprecia sólo la escama dura o armada de color blanquecino que cubre al insecto. Se encuentra tanto en ramas como en hojas. En algunos árboles se observa gran cantidad de escamas agrupadas que ocasionan daño en ciertos sectores, principalmente defoliación en ápices de ramas laterales.

15. Melanospis sitreana

Es posible de encontrar en las ramas como conchuelas aplanadas de forma redondeada, de color negro con un centro circular de color blanco (como si fuera un ojo). También se puede encontrar en hojas. Su daño puede ser bastante serio, pero no ataca en forma uniforme al árbol sino que se concentra en ciertas ramas y hojas, principalmente en ápices laterales tiernos. Se pueden distinguir ramas secas o falta de follaje por la caída de hojas producto de la acción de las escamas.

16. Tretaris chilensis

En el follaje de los árboles atacados se pueden observar las larvas típicas de esta familia. Su principal peculiaridad es que la larva al caminar encorva el cuerpo formando un arco. Una sola larva puede comer varias hojas. Sin embargo, Cogollor *et al.* (1989) clasifica su daño como secundario.

C. Hongos

1. Capnodium sp.

Se puede observar un ennegrecimiento en el fuste, ramas y hojas como una costra que envuelve los tejidos vegetales. La fumagina, como comúnmente se conoce, es fácilmente detectable a distancia debido a la anomalía que presenta la planta. En el Quillay el daño es secundario en comparación con el de otros agentes.

Silvicultura y Manejo

5.1 Propagación

5.1.1 Propagación natural

El Quillay se regenera principalmente a partir de retoños de tocón, formando un monte bajo luego de ser explotado (Vita, 1974). Debido al sobrepastoreo y a otros factores que producen la degradación del suelo, es raro encontrar regeneración natural proveniente de semillas, la que sólo se produce si el suelo está suficientemente mullido (*Op. cit.*).

Experiencias de forestación mediante siembra directa realizando casillas como cama de semillas, han inducido la germinación de las semillas en las áreas donde se ha trabajado el suelo antes de efectuar la siembra, no ocurriendo lo mismo en sectores sin trabajo de suelo (Vita, 1978, cit. por Wrann, 1985). Sin embargo, Vita (1990) observó en la comuna de Illapel (IV Región) que el laboreo del suelo no afecta significativamente la regeneración natural del Quillay.

De acuerdo a observaciones de experiencias desarrolladas en la zona de Illapel, el efecto de la protección es muy significativo para el éxito de la regeneración natural; ésta puede ser producida por la copa del árbol semillero, por arbustos o por piedras, siendo las últimas más importantes que el efecto de la copa, debido a que junto a ellas se produce una mayor acumulación de aguas lluvias (Vita, 1985, cit. por Wrann, 1985; Vita, 1990).

Se ha determinado que la distancia máxima de dispersión de las semillas es de

aproximadamente 2,5 veces la altura del árbol semillero. Sin embargo, en la regeneración natural, las plántulas se establecen principalmente fuera de la proyección vertical de la copa, en la zona comprendida desde el límite de la proyección, hasta 3-4 m de dicho límite, en dirección del viento predominante en la época de semillación (Vita, 1990).

Otros factores que podrían influir en la menor cantidad de regeneración bajo la copa de los árboles son el exceso de sombra bajo la copa y la acumulación de hojarasca en esa zona, que constituiría un obstáculo para que la semilla de Quillay, que es de pequeño tamaño, tome contacto con el suelo mineral. Además bajo la copa tiende a concentrarse el ganado en horas de mayor calor, por lo que las plántulas ubicadas bajo un arbusto o junto a una roca están más protegidas contra el ramoneo (*Op. cit.*).

En el Cuadro 5 se presentan los resultados obtenidos en el segundo control (segundo año) de un ensayo de regeneración natural en la comuna de Illapel (IV Región), establecido en 1984.

En él se observa que el número de plantas del año aumentó significativamente, lo que indica que la máxima germinación se produce en primavera. El tratamiento del suelo no muestra ninguna influencia positiva sobre la regeneración, observándose mayor cantidad de plántulas en el suelo sin tratamiento, lo que podría explicarse por el estado de conservación del área estudiada (Vita, 1990).

Cuadro 5
Número de plantas de Quillay existentes bajo diferentes tratamientos al suelo y condiciones de cobertura vegetal

Tratamiento al suelo	Fecha de control	Número de plantas de regeneración 1984				Número de plantas de regeneración anterior a 1984			
		Bajo copa	Con protección*	Sin protección	Total	Bajo copa	Con protección*	Sin protección	Total
Casilla	27/09/84	6	1	4	11				
	04/12/84	2	0	1	3				
	28/03/85	0	0	0	0				
Surco	27/09/84	11	2	14	27				
	04/12/84	17	5	8	30				
	28/03/85	1	0	0	1				

... continuación Cuadro 5

Tratamiento al suelo	Fecha de control	Número de plantas de regeneración 1984				Número de plantas de regeneración anterior a 1984			
		Bajo copa	Con protección*	Sin protección	Total	Bajo copa	Con protección*	Sin protección	Total
Sin tratamiento	27/09/84	2	4	0	6				
	04/12/84	17	64	9	90				
	28/03/85	6	49	3	58	3	43	4	51
Total	27/09/84	19	7	18	44				
	04/12/84	36	69	18	123				
	28/03/85	7	49	3	59	3	43	4	51

*Protección producida por arbustos o rocas.

Fuente: Vita, 1990.

5.1.2 Propagación artificial

5.1.2.1 Viverización

La producción de plantas en vivero es uno de los puntos de partida de la forestación. Por tanto deben despejarse todas las incógnitas que influyen en ella. Para plantaciones en zonas áridas y semiáridas, donde las condiciones de terreno y clima suelen ser desfavorables, es preferible utilizar plantas producidas en maceta, las cuales a pesar de tener un costo de producción superior a las plantas a raíz desnuda, presentan mejores resultados en cuanto al prendimiento en estas condiciones extremas (Montero, 1987).

La cosecha de semillas debe realizarse en abril, directamente del árbol en pie o colocando plásticos bajo los árboles. Para apresurar su caída se pueden golpear las ramas con una vara (López *et al*, 1986).

La extracción de las semillas se realiza secándolas al sol o en horno a 40 °C durante 6 a 8 horas. Una vez extraída la semilla, se procede a eliminar manualmente las alas (*Op. cit*).

Se recomienda pretratar las semillas con una estratificación frío-húmedo durante 15

días o inmersión en agua fría por 72 horas. Las condiciones para que ocurra la germinación son temperaturas alternadas de 25 °C durante 11 horas y 10 °C por 13 horas (Donoso y Cabello, 1980, cit. por Wrann, 1985).

La época de siembra más adecuada es desde la segunda quincena de septiembre a la primera semana de octubre (López *et al*, 1986). Vita (1974), en cambio, considera que la semilla no requiere pretratamiento para su germinación y que su viabilidad es buena, manteniéndose por más de un año, y recomienda la siembra en maceta en otoño o primavera, directamente en bolsas.

Los riegos deben efectuarse según las condiciones climáticas. La fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio se realiza a la mezcla de tierra de la bolsa y se pueden aplicar abonos foliares completos en diciembre, enero y febrero (López *et al*, 1986).

Se ha observado que el crecimiento es superior al hacer siembra en platabanda y obtener plantas 1:0. Sin embargo, su prendimiento es muy bajo a menos que se riegue durante el verano. Por esta razón se considera conveniente hacer almácigo y repicar la planta a bolsa cuando tiene 2 ó 3 hojas. La planta necesita sombra hasta mediados de febrero. También se pueden sembrar directamente 2 a 3 semillas a bolsas (*Op. cit*)

En viveros de la Región Metropolitana se han observado plántulas de 1 año de edad con una altura de 35 cm (Vita, 1974).

En ensayos realizados por el Proyecto FONDEFI-2010 “Manejo Forestal y Uso Industrial del Quillay” de la Pontificia Universidad Católica, en la comuna de Pumanque (VI Región) en 1998, se evaluaron distintas técnicas de producción de plantas y diferentes edades de plantas de vivero. El objetivo de este ensayo fue evaluar el tipo de planta que presentaba un mejor desarrollo inicial.

El diseño experimental fue en bloques al azar, donde se evaluaron 3 tipos de plantas con 5 repeticiones cada una. La unidad experimental fue de 49 plantas con 24 plantas de borde. Los tipos de plantas ensayadas fueron:

- E1: Plantas de 1 año de vivero, producida en bolsas.
- E2: Plantas de 2 años de vivero, producidas en bolsas.
- E3: Plantas de 1 año de vivero, producidas en speedling.

En el Cuadro 6, se presentan los crecimientos en diámetro, altura y biomasa durante los primeros 6 meses de plantación (junio a diciembre de 1999).

Cuadro 6
Crecimiento acumulado – Ensayo de producción de plantas

Tratamiento	Diámetro (cm)			Altura (cm)			Biomasa (cm ³)		
	media	máx.	mín.	media	máx.	mín.	media	máx.	mín.
E1	0,71	2,07	0,00	27,0	91,0	2,0	54	463	1,2
E2	0,59	2,44	0,01	24,4	90,0	0,0	43	505	0,4
E3	0,47	1,47	0,03	15,2	311,0	0,0	22	183	0,6

Fuente: Cruz y San Martín , 2000.

Dado que el período de observación fue relativamente corto, no fue posible obtener conclusiones definitivas acerca del comportamiento de las plantas, pero se puede advertir un menor crecimiento de las plantas viverizadas en speedling. Esto principalmente porque la cantidad de sustrato puede haber sido insuficiente para las necesidades radiculares de la planta.

Por otro lado, las plantas de un año de vivero presentan un mejor desarrollo respecto de aquellas plantadas después de dos años de permanecer en el vivero. Esto se puede deber a que en la planta que permanece durante 2 años en bolsa, el sistema radicular tiende a atrofiarse (se enrolla) y compactarse, por lo que al ser plantada su adaptación y desarrollo es más difícil.

La capacidad germinativa de Quillay, determinada por diversos ensayos, muestra resultados bastante variables de acuerdo a la fecha de colecta de la semilla. En el Cuadro 7 se presenta los resultados de los diversos ensayos citados por Vita (1974).

Cuadro 7
Antecedentes de germinación de Quillay en laboratorio

Fecha ensayo	Capacidad germinativa (%)
Mayo 1964	80
Agosto 1964	64
Noviembre 1964	75
Marzo 1965	58
Mayo 1965	50
Julio 1965	40
Octubre 1965	34
Enero 1966	0,25
Mayo 1965	42
Julio 1965	26
Octubre 1965	0

Fuente: Vita, 1974.

En general los valores de capacidad germinativa del Quillay fluctúan entre 22 y 80% y la energía germinativa entre 5 y 35 % (Vita, 1969; Vita, 1974; Gallardo y Gastó, 1987).

5.1.2.2 Propagación vegetativa

El Quillay, además de propagarse sexualmente, puede ser propagado vegetativamente a través de estacas. Mera (1990) ensayó el enraizamiento de estacas en distintos sustratos, ambientes y sustancias reguladoras de crecimiento, obteniendo los resultados que se exponen en el Cuadro 8.

Este autor determinó el efecto favorable del ácido indolbutírico en el enraizamiento de las estacas de Quillay, y comprobó que el sustrato arcilla muestra mejores porcentajes de sobrevivencia. Respecto de este último factor, no se recomienda utilizar arena pura debido a los problemas de retención de humedad sobre todo en épocas de altas temperaturas (Hartman y Kester, 1981, cit. por Mera, 1990).

Cuadro 8
Porcentaje de sobrevivencia final por tratamiento de suelo y sustancia reguladora por época de crecimiento

Época	Sustrato	Sustancia reguladora	Estacas vivas (%)	Estacas muertas (%)
Primavera (en vivero)	Arena	Testigo	16,66	83,33
		Ácido Indolbutírico	33,33	66,66
		Naftaénacetamida	16,66	83,33
	Subtotal		22,22	77,77
	Arcilla	Testigo	25,00	75,00
		Ácido Indolbutírico	58,33	41,66
		Naftaénacetamida	41,66	58,00
	Subtotal		41,66	58,00
	Total		31,94	68,05
	Invierno (en invernadero)	Arena	Testigo	83,33
Ácido Indolbutírico			91,66	8,33
Naftaénacetamida			87,50	12,50
Subtotal		87,50	12,50	
Arcilla		Testigo	75,00	25,00
		Ácido Indolbutírico	91,66	8,33
		Naftaénacetamida	83,33	16,66
Subtotal		83,33	16,66	
Total		85,41	14,58	

Fuente: Mera, 1990.

Espinoza y Vilósola (1977 cit. por Mera, 1990) en sus trabajos realizados con *Pinus radiata*, al probar distintos suelos para su enraizamiento, determinaron que aquellos de textura más fina favorecían la sobrevivencia en el período primavera-verano ya que tenían una mayor retención de humedad del suelo. Sin embargo, durante la época invernal sucede lo contrario, obteniéndose una mejor respuesta en el sustrato arenoso con relación al arcilloso.

Esto coincide con lo planteado por varios autores, quienes indican que este sustrato es el que tiene los mejores resultados en ensayos de propagación vegetativa mediante estacas, siendo el mejor medio de enraizamiento para especies leñosas siempreverde, con la condición de que existan condiciones ambientales favorables para ello (Larsen, 1957; Doty, 1961; Sabja, 1980; Hartman y Kester, 1981; Silva, 1987 todos cit. por Mera, 1990).

Se concluye que para propagar el Quillay por estacas es necesario considerar algunos aspectos importantes como:

- La época y ambiente de propagación, fundamentales para asegurar un buen enraizamiento de las estacas. La sobrevivencia de las estacas de varias especies nativas está fuertemente determinada por las condiciones climáticas favorables.
- Temperaturas de 18 a 24 °C determinan bajas tasas de transpiración para las estacas, favoreciendo el proceso de formación de raíces. Es así como en la época invernal, la mortalidad es más tardía y de menor magnitud que en la época primaveral, cuando aumentan las temperaturas máximas y medias y decrece de la humedad relativa, haciendo aumentar las tasas de transpiración de las estacas (Sabja, 1989 cit. por Mera, 1990).
- Aplicación de sustancias reguladoras de crecimiento, como el ácido indolbutírico, que en la región basal de la estaca favorece el desarrollo de las raíces aumentando la sobrevivencia (Mera, 1990).

5.2 *Establecimiento*

Las estrategias de repoblación y mejoramiento de las comunidades existentes de Quillay se han basado principalmente en la reforestación mediante la siembra directa, plantación en macetas y a raíz desnuda o regeneración natural mediante el “método del árbol semillero”.

En la zona semiárida existen una gran cantidad de zonas que no están pobladas con Quillay pero son potencialmente utilizables para el establecimiento con esta especie. En dichos casos sólo es posible efectuar una repoblación artificial, ya sea por siembra directa o por plantación (Vita, 1974).

5.2.1 Siembra directa

Este método es eficaz para el Quillay en la zona semiárida, ya que su raíz tiene un desarrollo inicial muy rápido (Vita, 1966, 1967 y 1969 cit. por Vita, 1974). Para evitar los riesgos de un fracaso es necesario cumplir con las siguientes condiciones:

- Se debe trabajar el suelo a profundidad (30 cm), para favorecer el desarrollo del sistema radicular y aumentar la capacidad del suelo para almacenar agua. Se puede hacer una casilla de 30 x 30 cm con taza de 50 cm.
- Realizar la siembra en otoño, cuando aún hay temperaturas suficientemente altas como para producir la germinación (en Santiago se recomienda el mes de mayo). De esta forma al llegar la primavera (y junto a ella, el período seco), la plántula ya tiene un sistema radicular suficientemente profundo para abastecer a la planta de agua (aprox. 30 cm).
- Se debe proteger el lugar contra el fuego, el pastoreo y la acción de roedores.

Vita (1969) estableció un ensayo en la Quebrada de la Plata (Región Metropolitana), en terreno de exposición sur, a 850 msnm y con una pendiente de 27 %. Probó la siembra en casillas de 25 x 25 x 30 cm de profundidad distanciadas a 1 m entre sí con semillas de distintas procedencias. La siembra se efectuó a fines de mayo y se controló durante un año. No se aplicó riego. Se determinó la capacidad germinativa, la sobrevivencia y porcentaje de plántulas resultantes, como se aprecia en el Cuadro 9.

En este caso el efecto de la procedencia no fue significativo en ninguno de los resultados, lo que puede deberse a los bajos valores obtenidos, como resultado de la escasa precipitación (41,9 mm/año). Los mejores resultados de germinación se observaron para la procedencia de San Fabián y los peores para Cajón del Maipo y Río Colorado, atribuibles posiblemente a la mala calidad de las semillas (Vita, 1969).

Cuadro 9

Efecto del origen geográfico de semillas de Quillay en el porcentaje de germinación, sobrevivencia y porcentaje de plántulas resultantes

Procedencia	Porcentaje de germinación (%)	Sobrevivencia (%)	Porcentaje de plántulas resultantes (%)
Illapel (IV Región)	2,13	1,13	0,38
Papudo (V Región)	1,83	29,06	0,21
Viña del Mar (V Región)	1,10	6,94	0,15
Cuesta Zapata (V Región)	1,39	5,50	0,13
Cuesta Barriga (R.M.)	1,41	18,33	0,40
Cajón del Maipo (R.M.)	0,38	0	0
Río Colorado (R.M.)	0,63	0	0
Lagunillas 1.300 msnm (R.M.)	2,46	2,59	0,15
Lagunillas 1.400 msnm (R.M.)	2,84	15,41	0,77
San Fabián (VIII Región)	3,60	6,70	0,24

Fuente: Vita, 1969.

En términos generales, el establecimiento mediante siembra directa resulta ser deficiente, debido a distintos factores como la germinación y la sobrevivencia de las plantas (Vita, 1990 cit. por Estévez, 1994).

5.2.2 Plantación

En regiones con condiciones hídricas restrictivas, la reforestación ha arrojado resultados parciales y con serios problemas de establecimiento, atribuidos a factores climáticos y edáficos, estos últimos acentuados por los marcados niveles de degradación de suelos (INFOR-CORFO, 1986; Latorre, 1990; Harley, 1989; todos cit. por Godoy *et al.*, 1991).

Vita (1990) menciona que existe una relación directa entre prendimiento y crecimiento de las plantas en terreno, con la altura de ellas en el vivero. Por esta razón se recomienda utilizar plantas en maceta con una temporada de vivero (Vita, 1974).

Godoy *et al.* (1991) evaluó el desarrollo de plantas de un año de Quillay mediante la aplicación de hongos micorrízicos vesículo-arbusculares (HMVA). Determinó que no todos los hongos micorrízicos logran desarrollarse junto a *Quillaja saponaria* como se aprecia en el Cuadro 10, que presenta el desarrollo de los hongos luego de 48 días de haber sido inoculados en las plantas de Quillay.

Cuadro 10
Evaluación de la colonización en *Quillaja saponaria* por distintas cepas de HMVA* a los 48 días de inoculación

Tratamientos	Estado de desarrollo del hongo micorrízico		
	Hifas	Arbúsculas	Vesículas
<i>Glomus monosporum</i>	+	+	+
<i>Gigaspora margarita</i>	+	-	-
<i>Glomus fasciculatum</i>	+	+	-
<i>Glomus aggregatum</i>	+	+	+
<i>Glomus versiforme</i>	+	+	+
<i>Glomus intrradices</i>	+	-	-
Control	-	-	-

(*) Hongos Micorrízicos Vesículo-Arbusculares

(+) presencia (-) ausencia

Fuente: Godoy *et al.*, 1991.

A las 20 semanas de iniciado el ensayo se midieron las variables morfométricas longitud de tallo y de raíz; peso húmedo de tallo y raíz; peso seco de tallo y raíz y diámetro del cuello. Los resultados se presentan en el Cuadro 11.

Cuadro 11

Efecto de los tratamientos en las variables morfométricas e índice de calidad para plántulas de *Quillaja saponaria*

Variables	Tratamientos					
	G. <i>monosporum</i>	G. <i>margarita</i>	G. <i>fasciculatum</i>	G. <i>Aggregatum</i>	G. <i>versiforme</i>	G. <i>intaradices</i>
Diámetro cuello raíz				*		*
Longitud tallo		*		*		*
Longitud raíz		*				
Peso húmedo tallo				*		*
Peso húmedo raíz		*				*
Peso seco tallo	(*)			*		*
Peso seco raíz	*	*	(*)			*
Biomasa				*		*

(*p =0,05) (*) = inferior * = superior

Fuente Godoy *et al.*, 1991

Del análisis realizado se desprende que *Glomus aggregatum* y *Glomus intaradices* presentan significación de 60 y 85% de las variables, respectivamente. Por el contrario, los tratamientos de *Glomus monosporum* y *Glomus fasciculatum* presentaron una variable significativamente inferior al control.

Los hongos micorrízicos vesículo-arbusculares (HMVA) que presentaron una mayor frecuencia e intensidad de micorrización fueron: *Glomus versiforme*, *Glomus monosporum*, *Glomus aggregatum*, *Glomus fasciculatum*, resultado atribuible a una mayor compatibilidad de estos HMVA con el Quillay. El mayor índice de calidad de plantas se obtuvo con *Glomus intrradices* (Godoy *et al.*, 1991).

Debido a la importancia de esta especie como constitutiva del matorral esclerófilo del país, el Instituto Forestal (INFOR) ha desarrollado diversos ensayos en las zonas áridas y semiáridas con el objetivo de determinar los mejores métodos de plantación para esta especie en dichas zonas.

Ensayos realizados por Prado *et al.* (1983 cit. por Estévez, 1994) en el río Petorca (V Región) utilizando el método tradicional de plantación, presentaron escasa sobrevivencia de las plántulas. Estos autores afirman que ésta puede ser mejorada mediante la aplicación de técnicas intensivas de establecimiento (surcos, subsolados), conjuntamente con fertilizantes y control de malezas.

Un ejemplo de lo anterior se aprecia en el ensayo realizado en la Reserva Forestal “Peñuelas” (V Región), el cual se efectuó con el propósito de determinar la incidencia de la intensidad de trabajo de suelo, expresada en términos de la dimensión de los hoyos, sobre la sobrevivencia y desarrollo inicial de las plantas, cuando estas han sido producidas en macetas o a raíz desnuda (Prado, 1978; Prado, 1979).

Se probaron las siguientes dimensiones de hoyos o tratamientos:

- 1) 25 x 25 x 25
- 2) 25 x 25 x 40
- 3) 30 x 30 x 30
- 4) 40 x 40 x 40
- 5) 50 x 50 x 50

Las plantas producidas a raíz desnuda, al ser extraídas del vivero fueron tratadas con Alginato de Sodio para evitar la desecación de sus raíces.

Se obtuvo un buen prendimiento de las plantas producidas en maceta, no así de las plantas a raíz desnuda, que sólo presentaron un prendimiento satisfactorio con el tratamiento 5. Sin embargo, el prendimiento de las plantas producidas en maceta no se vio influido significativamente por el tamaño del hoyo de plantación (Cuadro 12).

Al tercer año se observaron diferencias significativas entre la sobrevivencia de las plantas en maceta y la de plantas a raíz desnuda. El análisis de las plantas en maceta indicó diferencias significativas (al 95 % de confianza) sólo entre los hoyos de 50 x 50 x 50 cm y los de 25 x 25 x 25 cm y 25 x 25 x 40 cm; el mismo análisis realizado en las plantas a raíz desnuda mostró una relación directa entre la sobrevivencia y el hoyo de plantación con diferencias significativas entre los tratamientos 1 y 2 con respecto al 5 y entre los tratamientos 1 y 4.

Cuadro 12
Porcentajes de prendimiento y sobrevivencia, por tratamiento y método de producción de plantas

Tratamiento		Porcentaje de Prendimiento (1° año)		Porcentaje de Prendimiento (3° año)		Porcentaje de sobrevivencia (1° año)		Porcentaje de sobrevivencia (3° año)	
		Maceta	Raíz desnuda	Maceta	Raíz desnuda	Maceta	Raíz desnuda	Maceta	Raíz desnuda
1	25 x 25 x 25	87,66	32,00	79,00	23,66	90,11	73,96	79,00	23,66
2	25 x 25 x 40	85,33	37,33	77,33	29,66	90,62	79,46	77,33	29,66
3	30 x 30 x 30	92,33	51,33	82,00	43,00	88,81	83,77	82,00	43,00
4	40 x 40 x 40	89,33	57,33	83,00	49,66	92,91	87,13	83,00	49,66
5	50 x 50 x 50	93,33	70,00	91,33	63,33	97,86	90,48	91,33	63,33

Fuente: Prado, 1978; Prado, 1979.

Estos resultados indican que el método utilizado para producir las plantas sigue influyendo, aunque no en forma significativa en el primer año después que las plantas se consideran arraigadas, pero sí en el tercer año.

Al año de establecimiento se observa claramente la influencia del método de producción de plantas y del tamaño del hoyo de plantación sobre el desarrollo inicial expresado en la altura. En el caso de la plantación a raíz desnuda, se aprecia que no existe relación entre el desarrollo en altura de las plantas durante el primer año y el tamaño del hoyo de plantación (Cuadro 13).

Al tercer año se observan diferencias significativas entre las alturas medias de las plantas producidas en maceta y aquellas a raíz desnuda. Además, en general se aprecia una relación directa y positiva del efecto del tamaño del hoyo sobre la altura de las plantas (Cuadro 13).

Cuadro 13
Alturas medias por tratamiento y método de producción de plantas

Tratamiento		Alturas medias (1° año)		Alturas medias (3° año)	
		Maceta	Raíz desnuda	Maceta	Raíz desnuda
1	25 x 25 x 25	14,5	8,72	25,51	15,32
2	25 x 25 x 40	15,6	8,39	26,68	16,62
3	30 x 30 x 30	16,1	8,56	29,71	18,73
4	40 x 40 x 40	18,0	9,26	33,63	21,35
5	50 x 50 x 50	18,8	9,53	37,01	21,22

Fuente: Prado, 1978; Prado, 1979.

Del Cuadro 13 se desprende que existen diferencias significativas entre los incrementos en altura obtenidos por plantas producidas en macetas y aquellas producidas a raíz desnuda, lo que indica que el método de producción de plantas no sólo es importante para asegurar un buen prendimiento, sino que también para el desarrollo posterior de las plantas.

De lo anteriormente expuesto se concluye que las plantas producidas en maceta tienen una mejor sobrevivencia que las producidas a raíz desnuda, además el desarrollo en altura de las primeras durante el primer año es notoriamente mayor, para cualquier tamaño del hoyo de plantación (Schickhardt y Prado, 1976; Prado, 1978; Prado, 1979).

Para asegurar un buen prendimiento de las plantas de Quillay, es más importante la calidad y el método de producción de las plantas, que el tamaño del hoyo de plantación. Sin embargo, luego de que las plantas se han arraigado, el método empleado para producir las plantas no tiene una influencia significativa sobre la sobrevivencia, pero sí sobre el desarrollo en altura, ya que las plantas producidas en macetas muestran incrementos significativamente superiores a los obtenidos con plantas a raíz desnuda (Prado, 1978; Prado, 1979).

El mayor volumen de suelo removido no influye en el prendimiento de las plantas producidas en maceta, pero sí sobre el desarrollo en altura. Así los trata

mientos con mayor volumen de suelo removido favorecen significativamente el desarrollo en altura de las plantas, cualquiera sea el método de producción utilizado (maceta o raíz desnuda) (Prado, 1978; Prado, 1979).

Una vez que las plantas se han arraigado, el tamaño del hoyo no influye significativamente sobre su sobrevivencia, especialmente en el caso de plantas producidas en macetas. El tamaño del hoyo de plantación influye favorablemente sobre el desarrollo de las plantas luego del primer año. Sin embargo, las plantas producidas a raíz desnuda mostraron un menor desarrollo total y un menor incremento en altura durante el período del estudio con el tratamiento de mayor diámetro de casilla (50 x 50 x 50). Pequeñas variaciones en las dimensiones del hoyo no afectan significativamente la sobrevivencia y el desarrollo de las plantas (Schickhardt y Prado, 1976; Prado, 1978; Prado, 1979).

En el ensayo realizado por Barros y Schickhardt (1977) en la IV Región (ubicado en la latitud 34°14'S, y la longitud 71°23'W), se evaluaron los siguientes métodos de plantación:

- a. Plantas producidas y transportadas en maceta de polietileno, plantadas con cepellón en hoyos practicados con máquina motoperforadora manual con barreno de 9" de diámetro y alcanzando una profundidad aproximada de 35 cm.
- b. Plantas producidas y transportadas a raíz desnuda, plantadas en hoyos iguales a los descritos anteriormente.
- c. Plantas producidas y transportadas en maceta de polietileno, plantadas con cepellón en surcos practicados con arado de punta y tracción animal.
- d. Plantas producidas directamente en el suelo a raíz desnuda plantadas sobre surcos como los descritos previamente.

Todos estos tratamientos se realizaron con espaciamiento de plantación de 1,5 x 1,5 metros y con plantas de un año de vivero.

Bajo estas condiciones, la especie resultó ser indiferente en términos de prendimiento a las variaciones en el método de plantación (Barros y Schickhardt, 1977). Sin embargo se observó una mejor respuesta al crecimiento en altura con los trata-

mientos que incluyen la realización de surcos (*Op. cit.*).

En el sector de Los Vilos (IV Región, entre los 32° 0' latitud sur y 71° 30' longitud oeste), se realizó otro ensayo (Barros y Schickhardt, 1978), en el que se probaron distintos métodos de plantación para varias especies, entre ellas *Quillaja saponaria*. Este ensayo confirmó la ventaja de utilizar plantas en maceta para la plantación de esta como de otras especies. Se determinó también que la intensidad de preparación del suelo antes de la plantación, considerando el surco como un trabajo significativamente mayor, no produjo efectos favorables realmente notorios.

Wrann e Infante (1988) realizaron un ensayo para determinar los métodos de plantación más recomendados para el Quillay en la IV Región, en suelo de aptitud ganadero-forestal de origen granítico, con una profundidad de 60-80 cm sobre el material generador, una pendiente de hasta un 20% y exposición predominante noreste. Las plantas fueron producidas en macetas (siembra en primavera). La plantación se efectuó en julio y fue inmediatamente regada (2 l/planta) y posteriormente se regó en septiembre, enero, febrero, noviembre y enero nuevamente (cada vez con 4 l).

La metodología empleada incluía los siguientes tratamientos de preparación de suelo:

- Hoyo: de 30 x 30 cm hecho con chuzo o picota y pala, como el tratamiento menos intensivo de suelo.
- Surco: con arado liviano tirado por tractor.
- Subsolado: a 40 cm de profundidad, hecho con arado subsolador tirado por un tractor agrícola.

El control de malezas se efectuó en forma manual, en un radio de 1 metro alrededor de la planta, en la misma época en que se hizo la fertilización. Se repitió al año siguiente.

La fertilización se realizó dos a cuatro semanas después de la plantación a fines de invierno. A cada planta se le aplicaron 210 g de fertilizante: 50 g de superfosfato triple (20,1% P), 50 g de sulfato de potasio (50% K) y 110 g de urea (46% N). La mezcla se distribuyó en dos pequeñas zanjas hechas a ambos lados de la planta a unos 20 cm de ella en el mismo sentido de la pendiente. La fertilización se repitió al

año siguiente. Los resultados se observan en el Cuadro 14.

Cuadro 14
Resumen de resultados al segundo año después de la plantación de
Quillaja saponaria

Factor A: Preparación se suelo	Factores B y C: Fertilizante- Herbicida	Sobrevivencia (%)		Altura promedio (m)	Diámetro promedio en la base del Cuello	Índice de Crecimiento Promedio DB ² H (cm ²)
		Sin replante	Con replante			
Hoyo	Testigo	51	59	0,27	0,4	6,66
	Fertilizante	64	65	0,34	0,5	9,37
	Herbicida	99	100	0,49	0,8	35,51
	Fert-Herb	93	100	0,60	0,8	54,86
Total		77	81	0,42	0,6	26,60
Surco	Testigo	45	63	0,29	0,5	9,73
	Fertilizante	55	63	0,32	0,6	12,50
	Herbicida	60	93	0,40	0,7	25,63
	Fert-Herb	81	95	0,40	0,6	19,94
Total		60	78	0,35	0,6	16,95
Subsolado	Testigo	52	80	0,27	0,5	6,92
	Fertilizante	36	37	0,28	0,6	9,40
	Herbicida	85	99	0,40	0,8	30,16
	Fert-Herb	81	95	0,56	0,9	64,13
Total		63	78	0,38	0,7	27,63
Todos los Métodos Juntos	Testigo	49	67	0,28	0,5	7,77
	Fertilizante	52	55	0,31	0,6	10,42
	Herbicida	81	97	0,43	0,8	30,43
	Fert-Herb	85	97	0,52	0,8	46,31

Fuente: Wrann e Infante, 1988.

Es preciso recalcar que la preparación intensiva del suelo representa una ganancia significativa en la sobrevivencia y el crecimiento de las plantas.

Wrann e Infante (1988) concluyeron que el control de la competencia es el factor más importante para asegurar la sobrevivencia y permitir un buen desarrollo inicial en el establecimiento de *Quillaja saponaria*. La mejor combinación de tratamientos en este ensayo fue el tratamiento combinado de preparación de suelo con subsolado, control de maleza y aplicación de fertilizante.

En ensayos realizados en el contexto del Proyecto FONDEF I-2010 “Manejo Forestal y Uso Industrial del Quillay” ejecutado por la Facultad de Ciencias Agronómicas y Forestales de la Pontificia Universidad Católica, en la comuna de Pumanque (VI Región) en 1998, se evaluaron diferentes técnicas de establecimiento. El objetivo de este ensayo fue evaluar la técnica que presentara el mayor porcentaje de prendimiento y que a la vez asegurara un mayor desarrollo inicial de los individuos.

El diseño del ensayo fue en bloques al azar. Se evaluaron 7 tratamientos o técnicas de establecimiento, cada uno con 5 repeticiones. La unidad experimental fue de 49 plantas con 24 plantas de borde. Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

- T0: Testigo
- T1: Aplicación de gel hidratante en el momento de plantar
- T2: Incorporación de un mulch de paja de trigo a la casilla
- T3: Protección de la casilla con mulch de plástico de 1 m²
- T4: Protección de la planta con ramas de espino
- T5: Tubo protector sin aireación
- T6: Tubo protector con aireación

En el Cuadro 15, se presenta el porcentaje de prendimiento y los crecimientos acumulados desde junio de 1999 (fecha de plantación) a diciembre de 1999.

Cuadro 15
Crecimiento acumulado – Ensayo técnicas de establecimiento

Tratamiento	Prendimiento	Diámetro (cm)			Altura (cm)			Biomasa (cm ³)		
	%	media	máx.	mín.	media	máx.	mín.	media	máx.	mín.
T0	93,9	0,49	1,47	0,01	19,2	82,0	2,0	27	190	1,3
T1	91,0	0,54	1,90	0,04	17,4	57,0	1,0	31	317	1,1
T2	88,2	0,44	1,36	0,00	17,4	75,0	0,0	24	184	1,0
T3	90,2	0,78	0,40	0,05	34,7	125,0	3,0	78	726	1,5
T4	90,2	0,46	1,67	0,00	22,0	81,0	0,0	29	209	0,8
T5	97,6	0,37	1,19	0,00	39,5	102,0	2,5	31	208	0,8
T6	98,8	0,43	1,12	0,03	44,0	85,5	0,0	40	195	0,5

Fuente: Cruz y San Martín, 2000.

Luego del primer período vegetativo todos los tratamientos presentan excelentes prendimientos. Los mayores porcentajes de sobrevivencia se observaron en aquellos tratamientos con tubos protectores (T5 y T6). Esto se debe a que éstos protegen a las plantas del viento y evitan una excesiva desecación del suelo.

En cuanto al diámetro, los mayores crecimientos se alcanzaron con el tratamiento del mulch plástico (T3). Los tratamientos realizados con tubos protectores presentan un menor desarrollo diametral y un mayor crecimiento en altura. Esto se debe principalmente a que los tubos estimulan preferentemente el crecimiento en altura. Además el crecimiento en diámetro se ve afectado por el sombramiento dentro del tubo y por la ausencia del efecto del viento.

En el ensayo realizado por CONAF VI Región en el año 1999, en la comuna de Lolol, se analizó la respuesta del Quillay ante la modificación en la textura y estructura de la casilla de plantación y la incorporación de una cubierta de plantación.

Para el análisis de la información se consideró un diseño factorial en bloques aleatorizados ($3 \times 2 \times 2 = 12$ tratamientos \times 3 bloques = 36 unidades muestrales). Cada unidad muestral estuvo compuesta por 15 plantas y cada tratamiento tuvo tres repeticiones. Los factores de tratamientos aplicados fueron los siguientes:

Textura

- T0: Suelo normal.
- T1: Suelo con adición de sustrato corteza de pino compostada (1kg/casilla).
- T2: Suelo con adición de sijo de carbón vegetal (1kg por casilla).

Hidratantes

- H0: Sin adición de gel
- H1: Adición de polímero o gel, aplicado en polvo, en dosis de 5g/planta.

Mulch (cubierta plástica)

- M0: Sin mulch
- M1: Con un mulch de polietileno negro, de 0,5 x 0,5 m.

En el Cuadro 16 se observan los resultados de la combinación de tratamientos Textura- Mulch, Textura - Hidratante, Mulch – Hidratante.

Del análisis de los distintos tratamientos en forma individual, se desprende que el efecto del Mulch (M1) es el que registra diferencias significativas, en favor del desarrollo de la planta. Al aplicar una cubierta plástica (Mulch), ésta favorece la disponibilidad de agua útil a la planta, evitando una rápida pérdida de humedad por evaporación.

Entre los diferentes tratamiento de textura, el que reveló un mejor comportamiento fue la adición de enmienda de sijo (T2), seguido por la corteza de pino compostada (T1).

Los resultados de la combinación de los tratamientos Textura - Mulch, Textura - Hidratante, Mulch - Hidratante revelan que no existen diferencias significativas en cuanto a la variación en el desarrollo de la planta, ni en el porcentaje de sobrevivencia. Por lo tanto resultan vitales para el crecimiento de la planta las condiciones iniciales dadas por las actividades de preparación de suelo, control de malezas y fertilización.

Cuadro 16
Resultados de los tratamientos en la comuna de Lolol
(periodo mayo 1999 – abril 2000)

Tratamiento	Índice de productividad D ² H (cm ³)			% de Supervivencia		
Textura/ Mulch	M0	M1	Promedio	M0	M1	Promedio
T0	70,6	96,6	82,9	87,8	78,9	83,3
T1	79,0	141,8	110,4	94,4	94,4	94,4
T2	107,0	138,7	123,0	90,0	92,2	91,1
Promedio	85,5	127,3	106,1	90,7	88,5	89,6

Tratamiento	Índice de productividad D ² H (cm ³)			% de Supervivencia		
Hidratante/ Mulch	M0	M1	Promedio	M0	M1	Promedio
H0	91,2	134,1	112,65	95,6	85,9	90,7
H1	79,2	120,9	100,05	85,9	91,1	88,5
Promedio	85,2	127,5	106,35	90,7	88,5	89,6

Tratamiento	Índice de productividad D ² H (cm ³)				% de Supervivencia			
Hidratante/ Textura	T0	T1	T2	Prome- dio	T0	T1	T2	Prome- dio
H0	85,0	106,8	142,5	111,43	88,9	93,3	90,0	90,7
H1	80,5	113,8	104,0	99,43	77,8	95,6	92,2	88,5
Promedio	82,75	110,3	123,25	105,43	83,3	94,4	91,1	89,6

Fuente: CONAF, 2000.

5.2.3 Densidad de plantación

Vita (1974) menciona que generalmente se utiliza una densidad de 1.111 árboles por hectárea, sin embargo, es importante señalar que la densidad de plantación puede variar de acuerdo a los objetivos de producción y a las condiciones del sitio.

5.2.4 Riegos

El riego inicial y la cantidad de lluvias caídas por año tienen una enorme importancia en los resultados de una plantación (Wrann e Infante, 1988).

En ensayos realizados por el Proyecto FONDEF I-2010 “Manejo Forestal y Uso Industrial del Quillay” en la comuna de Pumanque (VI Región) en 1998, se evaluaron diferentes niveles de riego en una plantación de Quillay. El objetivo de este ensayo fue evaluar la variabilidad de crecimientos ante cambios en los niveles de riego.

Se estableció un diseño completamente al azar, donde se evaluaron cuatro tratamientos en que se compararon 4 niveles distintos de humedad. La unidad experimental fue de 30 plantas y cada tratamiento se hizo con tres repeticiones. Los tratamientos usados fueron los siguientes:

- T0: Producción de biomasa en ausencia total de agua.
- T1: Producción de biomasa con suministro de riego de 16 litros/planta/mes.
- T2: Producción de biomasa con suministro de riego de 32 litros/planta/mes.
- T3: Producción de biomasa con suministro de riego de 64 litros/planta/mes.

Para el suministro de agua se instaló un sistema de riego por goteo y una red de tensiómetros en el suelo para determinar las necesidades hídricas de la plantación.

Cuadro 17
Incremento acumulado (diciembre 1999- enero 2000)
Ensayo de riego

Tratamiento	Diámetro (cm/año)			Altura (cm/año)			Biomasa (cm ³ /año)		
	media	máx.	mín.	media	máx.	mín.	media	máx.	mín.
T0	0,5	1,5	0,0	34,8	118,5	0,0	96	708	0,2
T1	0,9	1,7	0,1	72,1	136,5	0,0	256	1.245	1,0
T2	1,2	2,7	0,3	88,8	154,5	31,5	484	2.319	19,0
T3	1,3	3,0	0,1	86,3	171,0	15,0	568	2.354	5,0

Fuente: Cruz y San Martín, 2000.

En el Cuadro 17, se observan los crecimientos anuales en diámetro, altura y biomasa. Hay que destacar que este ensayo se estableció en junio de 1998, pero que el riego se empezó a aplicar en enero 1999.

Un mínimo aporte de agua a la planta (16 litros/planta/mes) origina crecimientos en diámetro basal, altura y biomasa que superan en un 80, 107 y 166% respectivamente al testigo, el cual no presenta riego.

Al satisfacer el 100% de los requerimientos hídricos de las plantas (tratamiento 3) la producción de biomasa es casi 6 veces superior a la del testigo.

Los crecimientos medios anuales en diámetro y biomasa son mayores en el tratamiento 3. Sin embargo, el tratamiento 2 es el que presenta los mayores crecimientos anuales en altura.

5.2.5 Fertilización

La fertilización estimula principalmente el crecimiento radicular y permite a la planta hacer una rápida ocupación del suelo, aprovechando de forma más eficiente el agua y los nutrientes disponibles. De esta forma se logra una mayor sobrevivencia, un rápido crecimiento inicial y mejor adaptación al sitio (Valdebenito *et al.*, 1997).

La fertilización sólo es recomendable cuando son aplicadas todas las técnicas de establecimiento, es decir, una buena preparación del suelo y un adecuado control de la competencia (Wrann e Infante, 1988; Valdebenito *et al.*, 1997). De otro modo, tiene un efecto negativo en la sobrevivencia, al favorecer la vegetación competidora. Por otro lado, la aplicación de fertilizantes y herbicidas tiene mejor resultado en las parcelas preparadas con subsolado (Wrann e Infante, 1988; Wrann, 1990).

5.2.6 Control de malezas

El control de malezas es un factor de gran importancia en el establecimiento de plantaciones de Quillay, ya que permite una sobrevivencia significativamente mayor, incluyendo un replante o no (Wrann e Infante, 1988). Sin embargo, esta práctica ha

sido poco utilizada en el establecimiento de plantaciones forestales en la zona árida o semiárida, por lo que se recomienda su incorporación.

Experiencias en la zona semiárida de Chile han mostrado que una buena práctica es el control manual (raspado del suelo en círculos de alrededor de 1 m alrededor de la planta) (Wrann e Infante, 1988).

5.2.7 Condiciones básicas para el establecimiento de tipo intensivo de una plantación de Quillay

Las siguientes técnicas de establecimiento intensivo han sido utilizadas con éxito en plantaciones de eucalipto y pino radiata en la zona del secano interior, en el marco del Programa de Forestación con Pequeños Propietarios de CONAF, los que se ajustaron para poder aplicarlas en una plantación de Quillay.

• Características de la planta de Quillay

Método de producción:	Contenedor tipo speedling
Nº días de viverización:	238 (planta 1-0)
Altura:	22 cm
Diámetro:	0,29 cm
D ² H:	1,85 cm ³

• Status nutricional de la planta al salir de vivero

Macronutrientes:		Micronutrientes:	
N (%):	0,99	Cu (ppm):	49,0
P (%):	0,12	Zn (ppm):	12,0
K (%):	1,28	Mn (ppm):	90,0
Ca (%):	0,22	Fe (ppm):	80,0
Mg (%):	0,25	B (ppm):	46,0

Fertilización

Características de la mezcla de fertilización:

N(%): 20(15% N. Nítrico, 85% N. Amoniaco)

P(%): 14

K(%): 7

Macronutrientes:

Micronutrientes:

S (%): 2

B (%): 1

Mg (%): 2

Na(%): 3

Ca (%): 6

Dosis y forma de aplicación del fertilizante:

1. Aplicación base de 20 g. de superfosfato triple en el hoyo de plantación (preplantación).
2. Dosis de 80 g. por planta (mezcla de macro y micronutrientes), distribuida por línea de plantación, en dos bandas (post-plantación).

Esta práctica resulta de gran importancia en suelos que han perdido su fertilidad como consecuencia del alto grado de degradación a causa de la continua erosión.

Control de maleza

Nombre comercial: Gesatop

Ingrediente activo: Simazina

Modo de acción: Principalmente vía radicular (suelo activo)

Dosis: 4 Kg/ha

Forma de aplicación: En la superficie total de la plantación, en faenas de preplantación.

Este tipo de práctica resulta vital para eliminar la competencia por agua en un medio en que es escasa su presencia y a la vez facilita la disponibilidad de agua útil a la planta.

- ***Preparación del suelo***

Aradura completa (en forma de barbecho) con surco en curva de nivel. Este tipo de preparación de suelo otorga una mayor profundidad y superficie útil de perfil, aumentando la capacidad de retención de agua y la velocidad de infiltración, lo que facilita una rápida extensión del sistema radicular.

- ***Uso de Hidratantes***

El uso de hidratante está condicionado al comportamiento climático de la zona en que se realiza la plantación y a la realización de riegos postplantación. Se considera positivo el uso de esta práctica en ausencia de riegos luego de realizada la plantación. Se recomienda el uso de hidratante (polímero o gel) aplicado en forma de polvo, en una dosis de 5 g. por planta.

5.3 Manejo

5.3.1 Tratamientos silviculturales

El método silvicultural a aplicar dependerá de la situación en que se encuentre el bosque al momento de efectuarse el tratamiento. A continuación se detallan algunas situaciones mencionadas por Vita (1974):

A. Rodales sobremaduros

En los lugares donde existan ejemplares de Quillay sobremaduros, lo más conveniente es explotarlos inmediatamente. Sin embargo, se recomienda primero obtener una buena regeneración natural por semillas. Para ello, la primera medida será proteger el área contra el fuego, el pastoreo y la acción de roedores. En muchos casos puede presentarse un suelo compactado; entonces se deben efectuar labores, en forma parcial, ya sea en fajas, siguiendo las curvas de nivel, o bien en manchas, por ejemplo de 40 x 40 cm, distanciadas a 3 m entre sí. Este trabajo debe ser efectuado a una profundidad mínima de 20 cm y debe estar finalizado a mediados de Marzo, época en que empieza a caer la semilla.

El tratamiento a emplear será el del “Árbol Semillero” debido a que es raro encontrar más de 25 ejemplares por hectárea. Este tratamiento se adapta bien al Quillay, ya que la semilla es dispersada por el viento, y al ser una especie intolerante, no existe el riesgo de una invasión prematura de vegetación indeseable por tratarse de zonas semiáridas.

B. Rodales que no están aún en estado de explotación

En aquellos lugares donde los ejemplares de Quillay no hayan llegado a la sobremadurez se puede emplear el método de explotación de la corteza sin cortar el árbol, propuesto por Neuenschwander (1965 cit. por Vita, 1974). Para ello se recomienda extraer la corteza hasta el floema activo sin llegar hasta el cambium, en troncos y ramas, en cuartos de circunferencia de eje, cada tres años, completando el ciclo luego de 12 años. Al tercer año de completado el ciclo, es decir, a los 15 años de iniciada la explotación, se descortezará el cuarto de circunferencia regenerado del primer año, iniciándose de esta forma un nuevo ciclo de 12 años. Este método se lleva a cabo hasta que se estime conveniente proceder a la corta final y promover la regeneración natural por semillas.

C. Monte bajo o tallar

Este es un método que sin duda debe ser estudiado para el Quillay. Puede ser económicamente interesante, ya que se aumenta la superficie de corteza y acorta la rotación. De acuerdo con Neuenschwander (1965 cit. por Vita, 1974), desde el punto de vista económico, es más conveniente explotar un gran número de árboles de diámetros medianos (20-40 cm) que unos pocos de gran diámetro (50-100 cm).

La formación de monte bajo generalmente sólo es posible a partir de tocones de árboles que no hayan alcanzado sobremadurez.

D. Uso silvopastoral

Muchas áreas donde crece el Quillay pueden dedicarse también a la ganadería controlada, obteniéndose de esta forma el máximo provecho de la superficie. Como el Quillay crece en masas abiertas, pueden desarrollarse gramíneas y arbustos entre los árboles de esta especie y beneficiarse los animales por la sombra proporcionada (Vita, 1974).

Se debe excluir el ganado durante el período de regeneración hasta que las nuevas plantas hayan alcanzado un suficiente desarrollo (*Op. cit.*).

En general, un manejo adecuado considera la eliminación mediante podas y raleos de la competencia inter e intraespecífica (Gallardo y Gastó, 1987).

Se ha observado que el número de ramificaciones principales y el diámetro o área de rebrote que presentan los individuos o las poblaciones de Quillay constituyen un índice de manejo antrópico. Un buen manejo con poda se traduce en escasas ramificaciones, una o dos, de diámetro bien desarrollado.

Dada la alta variabilidad de los crecimientos en altura explicada por la tendencia natural de algunos individuos a ramificarse desde la base, que repercute directamente en el crecimiento en altura, se hace necesario realizar podas de formación y en algunos casos se recomienda la instalación de tutores o guías para estabilizar la planta y así evitar que se doble (Cruz y San Martín, 2000).

Ensayos realizados por el Proyecto FONDEF I-2010 “Manejo Forestal y Uso Industrial del Quillay” en 1998 compararon diferentes alternativas de manejo aplicables al Quillay. Hay que mencionar que este ensayo se mantiene en ejecución actualmente.

El manejo comprendió la aplicación de raleos y podas de formación a los retoños de tocón (cepas) para mejorar la calidad futura del rodal. Los tratamientos considerados en el ensayo fueron los siguientes:

T0: Tratamiento testigo. Las cepas de Quillay no fueron intervenidas, y servirán para un análisis comparativo con los otros dos tratamientos.

T1: Se aplicó el método de corta de acuerdo a la normativa legal vigente (DS 366 y DL 701), para la explotación de corteza de Quillay y del Tipo Forestal Esclerófilo. Este tipo de corta considera concentrar el crecimiento de la cepa en los dos o tres retoños de mayor dimensión y mejor forma, de manera de obtener un diámetro comercial para la extracción de corteza en el menor tiempo posible.

T2: Este tratamiento tiene por objetivo producir biomasa para fines industriales en el menor tiempo posible, aprovechando retoños con diámetros inferiores a 12 cm. Por este motivo en la intervención se extraen los árboles de diámetros mayores, concentrando el crecimiento en varios retoños de buena forma.

Cuadro 18
Parámetros de rodal para el bosque original y para el bosque cosechado

Tratamiento	Rodal original				Rodal cosechado		
	DCM (cm)	NHA (árboles/ha)	GHA (m ² /ha)	PESO (ton/ha)	NHA (árboles/ha)	GHA (m ² /ha)	PESO (ton/ha)
T0	11,6	833	7,5	17,9	0	0	0
T1	9,5	879	5,8	14,3	466	3,7	9,2
T2	10,3	804	5,7	12,6	546	4,1	9,0

Fuente: Cruz y San Martín, 2000.

Ambos tratamientos de raleo se pueden considerar fuertes en cuanto a intensidad, debido a que se extrae entre el 64 y el 72% de la biomasa original del rodal. La posibilidad de comercializar la biomasa cosechada en esta primera intervención silvícola permitiría financiar el mejoramiento del bosque. En las sucesivas intervenciones sólo se espera extraer el crecimiento acumulado de biomasa del bosque en un intervalo de tiempo determinado (Cuadro 18).

La biomasa cosechada en el tratamiento 2 es superior a la extraída en el tratamiento 1. Esto se debe a que la extracción se concentra en los diámetros mayores con el objetivo de favorecer el crecimiento de los retoños de buena forma y con diámetros menores a 12 cm. Esta mayor cosecha y las menores exigencias respecto a un diámetro comercial (12 cm), como en el caso de la producción de corteza, permiten acortar la rotación, lo que hace económicamente interesante esta alternativa silvicultural.

En el Cuadro 18 se observa el desarrollo de la retoñación. Además se incluyen los diámetros y alturas promedio por retoño y la biomasa (peso) de la retoñación por hectárea.

Cuadro 19
Desarrollo de la regeneración según tratamiento
(período noviembre 1998- septiembre 1999)

Tratamiento	% de retoñación	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kilo/ha)
T0	---	---	---	---
T1	43,5	0,307	17,04	4,2
T2	75,0	0,305	15,61	2,8

Fuente: Cruz y San Martín, 2000.

Al inicio del periodo vegetativo se observa una alta retoñación en ambos tratamientos (T1 y T2). Gran parte de los retoños corresponden a yemas iniciales (< a 5 cm de longitud) epicórmicas y de lignotúber.

Se observa un mayor porcentaje de retoñación en el tratamiento 2, en el cual los diámetros intervenidos fueron mayores. Sin embargo, en el tratamiento 1, en el cual se ralearon diámetros inferiores, el desarrollo de los retoños fue más vigoroso, alcanzando una mayor altura media y biomasa.

5.3.2 Crecimiento

Toral y Rosende (1986) mencionan que el Quillay es una especie de lento crecimiento. En la zona de Quillayes de Peteroa, Curicó, se han observado incrementos en altura de 0,2 m al año en sus etapas juveniles, y de 0,1 m/año a los 60 años. Los incrementos en diámetro fluctúan entre 0,4 y 0,6 cm/año.

Se ha estimado que el crecimiento promedio en altura para esta misma zona es de 14 cm/año, siendo mayor en las etapas juveniles del árbol (entre los 5 y los 25 años), cuando crece 20 cm/año, disminuyendo en edades más avanzadas (60 años) a 10 cm/año. Se considera una rotación de 52 años, es decir, cuando se logra un diámetro de 28 cm (Toral y Rosende, 1986).

Otros trabajos señalan incrementos diamétricos entre 0,4 y 0,6 cm/año, con incrementos de altura entre 10 y 30 cm/año durante las etapas juveniles (Toral y Rosende, 1986 cit. por Sfein, 1990).

Los ejemplares adultos de esta especie alcanzan diámetros de 30 a 40 cm, y alturas de 10 a 15 m, dimensiones que logra alrededor de los 35-40 años (Mendoza, 1984). Sin embargo, Vita (1969) midió en la precordillera andina de Santiago, en el sector de la Ermita, un ejemplar de 27 m de altura y 1,41 m de DAP.

Wrann (1985) menciona que el Quillay, al igual que el peumo y el boldo, en condiciones favorables, posee un crecimiento medio anual en diámetro de 0,8 cm. Este valor se ha estimado para la zona de Valparaíso y Santiago. En base a lo anterior, la rotación para la cosecha de corteza, se calcula en 35 años, edad en que tendría un DAP de 28 cm y produciría 15 kg de corteza y 140 kg de carbón (Wrann, 1985; Vita, 1966 cit. por Gallardo y Gastó, 1987).

Las tasas de crecimiento vegetativo dependen de factores genéticos y de los recursos ambientales bajo los cuales se desarrolla la planta (Borchert, 1975 cit. por Estévez, 1994). Estas tendencias ambientales estacionales restringen el desarrollo de las plantas a ciertos períodos del año debido a que el crecimiento y la biomasa están limitadas en un alto grado por la disponibilidad hídrica, luminosidad y temperaturas (Gionocchio y Montenegro, 1989 cit. por Estévez, 1994).

Con respecto a la dinámica de crecimiento de ramas adultas de Quillay, Montenegro, Aljaro y Kummerow (1979 cit. por Estévez, 1994), en un estudio de caracterización del crecimiento de las diferentes especies del matorral esclerófilo en el Fundo Santa Laura, V Región, determinaron las siguientes características para Quillay (Cuadro 20).

Cuadro 20
Dinámica de crecimiento de ramas de Quillay

Parametros Controlados	Santa Laura	Quebrada Seca
Longitud total de la rama al fin de la estación (cm)	5,3 ± 3,6	4,62 ± 0,36
Tasa de elongación del brote en la rama (cm/día)	0,006	0,08
Período de crecimiento (días)	88	55
Duración del período de crecimiento intensivo (días)	67	42

Fuente: Aljaro y Montenegro, 1981.

Las tasas registradas, en el Fundo Santa Laura (1.000 msnm, Cordillera de la Costa) fueron calculadas sobre la base del período total de crecimiento y los valores son promedios de 10 ramas, de 10 diferentes árboles (Montenegro *et al.*, 1979). Los datos considerados en el sitio de Quebrada seca (1.000 msnm, Cordillera de los Andes) corresponden también a un período de desarrollo (Aljaro y Montenegro, 1981).

Algunos estudios han determinado las mejores funciones de fitomasa para determinar el peso seco tanto de las hojas, como del tallo del Quillay. Algunas de éstas se observan en los Cuadros 21 y 22:

Cuadro 21
Funciones de fitomasa para Quillay

Peso Seco	Función	R ²	S
Hojas	$PS_{hojas} = 22,276884 * H + 8,518713 * D^2H$	0,942	4,326464
Fuste	$PS_{fuste} = 15,824758 * H - 6,79738 * D^2 + 25,29136 * D^2H$	0,944	3,597189
Total	$PS_{total} = 36,366713 * H + 21,317326 * D^2H$	0,945	7,624394

Fuente: Sfeir, 1990.

Cuadro 22

Componente	Función de peso	R ²	ECM (%)
Fuste	$Pfuste = 40,1355 + 0,0224 * D^2 * HT$	0,92	36,7
Ramas	$Pramas = -152,6229 + 0,1333 * D * HT * NR + 10,24 * D$	0,93	29,3
Ramillas	$Pramillas = -195,8981 + 7,4188 * D + 5,226 * DB$	0,88	29,6
Corteza comercial	$Pcor/com = -17,0409 + 0,0029 * DB^2 * HT - 0,0506 * DB^2 + 2,4653 * DB - 2,5498 * HT$	0,86	43,8
Corteza total	$Pcorteza = 5,4322 + 0,0026 * DB^2 * HT$	0,94	27,6
Árbol total	$Ptotal = -62,9909 + 0,5227 * D^2 + 0,2138 * DB^2$	0,96	22,6

Funciones de biomasa para estimar el peso verde total (en kg) y de algunos Donde:

- D = Diámetro a la altura del pecho (DAP)
- HT = Altura total (m)
- NR = Número de ramas (de diámetro mayor a 3 cm y menor a 15 cm)
- DB = Diámetro basal (cm)
- r² = Coeficiente de determinación
- ECM = Error cuadrático medio (%)

Fuente: Prado y Aguirre, 1987

Para obtener el peso seco a partir de las funciones indicadas en el Cuadro 23, Prado y Aguirre (1987), modificaron los resultados de peso verde obtenidos con los factores de conversión P_{seco} / P_{verde} que se indican en el Cuadro 23.

Cuadro 23
Factores de conversión de P_{VERDE} A P_{SECO}

Componente	Factor
Madera fuste	0,51
Ramas	0,49
Ramillas	0,51
Corteza total	0,65
Corteza comercial	0,59

Fuente: Prado y Aguirre, 1987

La mejor estimación se obtuvo para el peso total del árbol, mientras que la función de corteza comercial presentó la menor correlación y mayores errores; esto debido a que la obtención de este componente depende de factores ajenos al tamaño de los árboles (Prado y Aguirre, 1987).

Es importante mencionar que las funciones descritas no son aditivas; en el Cuadro 24 se presentan funciones que si lo son, aunque poseen un mayor error de estimación, sobretodo en el caso de ramas y ramillas.

Cuadro 24
Funciones de biomasa para estimar el peso verde de Quillay, a base de un modelo lineal múltiple del tipo $y = b_0 + b_1 (d^2 * h) + b_2 * (d^2)$

Componente	Función De Peso (Kg)	R ²	Ecm (%)
Fuste	$P_{fuste} = 16,3301 + 0,0185 * (D^2 * HT) + 0,0636 * D^2$	0,92	36,5
Ramas	$P_{ramas} = -53,7071 - 0,0158 * (D^2 * HT) + 0,4568 * D^2$	0,88	37,2
Ramillas	$P_{ramillas} = 52,0020 - 0,0063 * (D^2 * HT) + 0,2266 * D^2$	0,86	32,8
Corteza total	$P_{corteza} = 28,0926 + 0,0045 * (D^2 * HT) - 0,0255 * D^2$	0,85	44,3

... continuación Cuadro 24

Componente	Función De Peso (Kg)	R ²	Ecm (%)
Árbol total	$P_{total} = 40.0464 - 0,0011 * (D^2 * HT) + 0,7737 * D^2$	0,95	25,5

Donde:

D = Diámetro a la altura del pecho (DAP)

HT = Altura total (m)

r² = Coeficiente de determinación

ECM = Error cuadrático medio (%)

Fuente: Prado y Aguirre, 1987

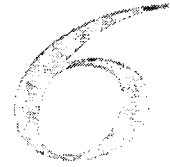
Mediante el uso de funciones en la planificación de las explotaciones de Quillay, se espera disminuir en el futuro el deterioro a que está siendo sometida esta especie, ya que al realizarse el aprovechamiento integral del árbol, se podrá racionalizar su corta, lo que también favorecerá su regeneración y manejo (Prado y Aguirre, 1987).

Su rotación ha sido determinada sobre la base de la experiencia de los quillateros de la zona central, ya que para determinarla en forma adecuada es necesario analizar claramente su crecimiento; se estima que su rotación sería superior a 30 años (Gajardo y Verdugo, 1979).

Gajardo y Verdugo (1979) determinaron que las variables más relacionadas con el rendimiento en producción de corteza de Quillay son DAP, altura comercial y número de ramas comerciales. Utilizando estas variables, obtuvieron un modelo de regresión sobre la base del cual se pueden construir tablas de peso de corteza; la función es la siguiente:

$$\text{Peso corteza} = e^{-4,3448} (\text{altura comercial})^{0,79006} (\text{DAP})^{1,5396} (\text{N}^\circ \text{ ramas} + 1)^{0,11935}$$

Toral (1983 cit. por Estévez, 1994), luego de un análisis de biomasa concluye que: el Quillay posee un 67% de la biomasa en el fuste, un 15,6% en las ramas, un 10,7% en la corteza y un 6,7% en las hojas.



Características de la Madera

6.1 Características y Clasificación

La madera de Quillay es de regular calidad, no teniendo usos importantes (Pérez, 1983).

Orellana y Fischer (1976, cit. por Mera, 1990) mencionan que la madera de Quillay es blanda, de color crema, susceptible al ataque de polillas cuando se expone a la intemperie, utilizada preferentemente en artesanía para la confección de estribos, tallados, bateas y otros utensilios artesanales.

6.2 Propiedades Físicas

Quillay posee un valor calorífico de 18,69 MJ/kg, y expresado en MJ/m³ corresponde a un valor de 10,466. Su densidad es de 560 kg/m³ (Mansilla *et al.*, 1991).

6.3 Características Químicas

La composición química de la madera de Quillay fue determinada por Mansilla *et al.* (1991) y se detalla en el Cuadro 25:

Cuadro 25
Composición química de la madera(*) de Quillay
(*Quillaja saponaria* Mol.)

Componente	Porcentaje (%)
Ceniza	1,96
Extraíbles	8,20
Lignina	25,5
Celulosa	39,4
Holoceulosa	69,8

(*) Estos valores están calculados como porcentaje de peso seco de la madera
Fuente: Mansilla *et al.*, 1991.

El análisis de las cenizas del Quillay indicó la siguiente composición de ésta (Cuadro 26):

Cuadro 26
Composición de la ceniza del Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.)

Elemento químico	Ppm
Ca	90
Mg	160
Na	8
Mn	16
Zn	7
Fe	17
P	423
K	5.398

Fuente: Mansilla *et al.*, 1991.

Conclusiones

De acuerdo a la descripción de los antecedentes agroecológicos y biométricos de la especie, no cabe duda de que, por su plasticidad ecológica y capacidad productiva, representa una oportunidad económica para los pequeños propietarios, como una especie interesante de promover, ya sea al nivel de aprovechamiento de las formaciones naturales o la creación de plantaciones, siempre y cuando se cuente con la información técnica para un uso sostenido del recurso y una legislación que lo asegure.

Bibliografía

- Aljaro, M.E.; Montenegro, G. 1981. Growth of dominant chilean shrubs in the andean cordillera. *Mountain Research and Development* 1(3-4: 287-291.
- Artigas, J. 1994. Entomología económica. Ediciones Universidad de Concepción. Vol I y II. 1.126 p y 943 p.
- Barros, S.; Schickhardt, R. 1977. Ensayos de métodos de plantación e introducción de especies en zonas áridas y semiáridas. Rapel. INFOR. Informe Técnico N° 062.
- Barros, S.; Schickhardt, R. 1978. Resultados de prendimiento y desarrollo de 22 especies, en zonas áridas sometidas a diferentes métodos de plantación. Los Vilos. IV Región. INFOR. Informe Técnico N° 070.
- Benedetti, S. S.f. Productos forestales no maderables del bosque nativo. Quillay y la producción de saponina. Documento no editado. 4 p.
- Cogollor, G.; Poblete, M.; Barra, G. 1989. Problemas fitosanitarios en algunas especies del tipo forestal esclerófilo. CONAF/PNUD/FAO. Proyecto FO: DP/CHI/83/017. Documento de Trabajo N° 19.
- CONAF, 2000. Respuesta del Quillay ante la modificación en la textura y estructura de la casilla de plantación e incorporación de una cubierta de retención de humedad. Provincia de Colchagua. VI Región. Chile. 13p. (Documento no publicado).

- Cruz, M.; San Martín, R. 2000. Manejo forestal y uso industrial del Quillay, Facultad de Ciencias Agronómicas y Forestales de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Proyecto FONDEF I-2010. Santiago, Chile. (Documento no publicado).
- Estévez, R. 1994. Caracterización del rebrote en cepas de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.), Fundo El Toyo, Región Metropolitana: Tesis Ing. Forestal. Universidad de Chile. Departamento de Silvicultura.
- Gajardo, R. 1983. Sistema básico de clasificación de la vegetación nativa chilena. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. CONAF. 240 p.
- Gajardo, M.E.; Verdugo, R. 1979. Rendimientos en hojas de Boldo (*Peumus boldus* Mol), corteza de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol) y carbón de Espino (*Acacia caven* Mol) en la V Región. Tesis Ing. Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 93 p.
- Gallardo, S.; Gastó, J. 1987. Estado y planeamiento hipotético del cambio de estado del ecosistema de *Quillaja saponaria* Mol. Sistemas en Agricultura, Teoría Avances. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. 248 p.
- Godoy, R.; Riquelme, C.; Peredo, H.; Carrillo, R. 1991. Compatibilidad y eficiencia de hongos micorrízicos vesículo-arbusculares en *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. y *Quillaja saponaria* Mol. Ciencia e Investigación Forestal 05 (2): 237-250.
- López, J.; Jiménez, G.; Reyes, B. 1986. Algunos antecedentes sobre cosecha, procesamiento y viverización de varias especies nativas. Parte I y II. Chile Forestal. Documento técnico N° 14 y 15.
- Mansilla, H.; García, R.; Tapia, J.; Durán, H.; Urzúa, S. 1991. Chemical characterization of chilean hardwoods. Wood Science and Technology 25(2):145-149.

- Mendoza, S. 1984. Normativo técnico legal para corta o explotación de Quillay. Corporación Nacional Forestal (IV Región). Departamento de Control Forestal.
- Mera, E. J. 1990. Propagación vegetativa en Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). Tesis Ing. Forestal. Chillán. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Agronómicas, Veterinarias y Forestales. 106 p.
- Montenegro, G.; Avila, G.; Aljaro, M.E.; Osorio, R.; Gómez, M. 1989. Chile (cap.2.4). Plant Pheno-morphological Studies in Mediterranean Type Ecosystems. G. Orshan (ed.). p. 347-387.
- Montenegro, G.; Aljaro, M.E.; Kummerow, J. 1979. Growth dynamics of Chilean matorral shrubs. Bot. Gazette. 140(1):114-119.
- Montero, E. 1987. Principales factores que intervienen en el desarrollo de las plantas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh en vivero. Tesis Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 127 p.
- Neuenschwander, A. 1965. Contribución al estudio anatómico de la corteza de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) y recomendaciones sobre su explotación. Tesis Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. 121 p.
- Pérez, V. A. 1983. Manual de Propiedades Físicas y Mecánicas de maderas chilenas. CONAF/PNUD/FAO. Proyecto FO: DP/CHI/76/003. Documento de Trabajo N° 47. 451 p.
- Prado, J. A. 1978. Prendimiento y desarrollo en altura del Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). INFOR. Informe Técnico N° 065.
- Prado, J. A. 1979. Respuesta del Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) a variaciones en el método de plantación. INFOR. Informe Técnico N° 066.
- Prado, J. A.; Aguirre A., S. 1987. Funciones para la estimación de la biomasa total y componentes del Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). Ciencia e Investigación Forestal 01(1):041-047.

- Schickhardt, R.; Prado, J. A. 1976. Respuesta del Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) a variaciones en el método de plantación. I. Serie: Métodos de plantación e Introducción de especies. Región Arida y Semiárida de Chile I. Instituto Forestal. 19 p.
- Sfeir, J.L. 1990. Evaluación de la fitomasa y metabolitos de interés comercial en Boldo (*Peumus boldus*), Quillay (*Quillaja saponaria*) y Eucaliptos (*Eucalyptus spp.*) en la VII Región. Tesis. Ing. Forestal, Universidad de Chile. Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales. 75 p.
- Smith, N.; Noton, C.R.; Norambuena, M.A. 1976. Estudio comparativo de algunas características de la semilla de Quillay recolectada en 17 localidades de Chile. Instituto Forestal. 19 p.
- Toral, M; Rosende, R. 1986. Producción y Productividad del Quillay. Renarres 03(08):19-21.
- Valdebenito, G.; Benedetti, S.; Andrade, F.; Salinas, A. 1997. Sistemas Agroforestales: análisis y diseño de propuestas orientadas al secano de las comunas de Navidad y La Estrella. Programa PRODECOP-SECA-NO. 47 p.
- Vita, A. 1969. Efecto del origen geográfico de árboles padres de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) sobre la calidad de la semilla y sobrevivencia en reforestación por siembra directa. pp111-116.
- Vita, A. 1974. Algunos antecedentes para la silvicultura del Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Boletín Técnico n.28, pp.19-31.
- Vita, A. 1989. Ecosistemas de bosques y matorrales mediterráneos y sus tratamientos silviculturales en Chile. Santiago, Chile. Proyecto FO: DP/CHI/83/OA. Documento de trabajo N° 21.
- Vita, A. 1990. Ensayo de reforestación con Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). Illapel. IV Región. Chile. Ciencias Forestales 6(1): 037-048.