



INFORMACIÓN TECNOLÓGICA DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS DEL BOSQUE NATIVO EN CHILE

Antecedentes Silvícolas y Tecnológicos de Quillaja saponaria Mol

***Autores: Catalina Correa V.; Amanda Martínez C.
Marzo de 2013***



PROYECTO CONAF- INFOR
PLATAFORMA DE SISTEMATIZACIÓN Y DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN
TECNOLÓGICA DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS PFM
DEL BOSQUE NATIVO

Proyecto Financiado por el Fondo de Investigación de Bosque Nativo CONAF-MINAGRI
Instituto Forestal Chile
Sucre 2397, Ñuñoa Santiago, Chile gvaldebe@infor.cl

**INFORMACIÓN TECNOLÓGICA DE PRODUCTOS FORESTALES NO
MADEREROS DEL BOSQUE NATIVO EN CHILE**
Antecedentes Silvícolas y Tecnológicos de Quillaja saponaria Mol

Autores: Catalina Correa V.; Amanda Martínez C.
Marzo de 2013

1. Descripción Botánica de la Especie

2.1. Taxonomía

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Rosales*

Familia: *Rosaceae*

Género: *Quillaja*

Especie: *Quillaja saponaria* Mol.

Nombre común: Quillay, Jabón de palo, Palo jabón.

Fuente: Gayana Botánica. Marticorena y Quezada, 1985.

2.2. Caracterización Botánica:

Es un árbol siempreverde de hojas esclerófilas (Montenegro, 2002 citado en Núñez, 2006), color verde amarillento, alternas, perennes, coriáceas, oblongas de borde casi liso y con estípulas caducas y pequeñas (Hoffmann, 1978; Reyes, 2006). En general un Quillay adulto mide alrededor de 15 m de altura, pudiendo alcanzar más de 30 m y 1,5 m de diámetro (Vita, 1966; López *et al.*, 1986). Presenta flores hermafroditas, blanquecinas, aplanadas, dispuestas generalmente en pequeños corimbos terminales o solitarias. Sus frutos corresponden a polifolículos estrellados, que permanecen secos y abiertos en el árbol durante largo tiempo (Rodríguez *et al.*, 1983 citado en Núñez, 2006). De tronco casi cilíndrico, posee ramificación simpodial, su corteza es de color pardo claro y lisa en etapas juveniles, y adopta un color ceniciento a medida que aumenta su edad (INFOR, 2000; Escobar, 2000).

De acuerdo a INFOR (2000) es una especie catalogada como de lento crecimiento alcanzando un máximo de 30 cm de altura por año y 0,6 cm de DAP por año. Por otra parte Vita (1974) señala que el crecimiento anual en diámetro se estima en 0,8 cm para las zonas de Valparaíso y Santiago.

Su sistema radicular presenta un gran desarrollo tanto en profundidad como horizontalmente, cualidad que le permite capturar eficientemente los nutrientes y el agua del suelo. Esta característica permite también que sea frecuentemente utilizado para estabilizar suelos y que se considere una buena alternativa en procesos de forestación y recuperación de zonas degradadas. Esto se debe a su gran capacidad para establecerse en suelos pobres y erosionados (INFOR, 2000; Valenzuela, 2007).

2.3. Distribución Natural y superficie:

El Quillay es una especie endémica de Chile, que se distribuye preferentemente en la zona mesomórfica del país. De acuerdo a Benedetti *et al.* (2000), *Quillaja saponaria* es una de las especies arbóreas más importantes del tipo forestal esclerófilo. Se distribuye en Chile entre los 30°30' latitud sur y los 38° latitud sur, lo que abarca desde Ovalle, IV Región de Coquimbo, hasta Collipulli, IX Región de la Araucanía (Cruz & Palmam, 1999; Benedetti *et al.*, 2000). Es importante destacar el amplio espectro ambiental bajo el cual es capaz de desarrollarse, encontrándose desde la ladera Este de la Cordillera de la Costa hasta la Cordillera de los Andes en laderas de exposición Norte y Sur, con temperaturas que van desde los -3,2 °C a 9,4 °C para la mínima y entre los 16,5 °C y 31,3 °C para la máxima (Gotor, 2008). Tanto en la zona litoral como andina se puede observar desde los 15 a 1600 msnm. (Benedetti *et al.*, 2000).

En el tipo forestal esclerófilo y en forma natural, la densidad de individuos por hectárea fluctúa entre 50 y 100, contando con una producción en volúmen cúbico de madera de 0,803 y 6,23 m³/há al año, considerando todas las especies maderables de este tipo forestal (Lagos, 1998).



Figura 1. Zona de crecimiento del Quillay entre las Regiones IV a VIII, de acuerdo al sistema básico de clasificación de la vegetación nativa chilena – Gajardo (1983).

Fuente: INFOR, 1999. Informe técnico n° 2. Sistema de gestión forestal para la modernización de pequeños agricultores. Proyecto FDI – CORFO. En INFOR (2000).

2.4. Requerimientos ecológicos:

La distribución de la especie abarca condiciones climáticas diversas, por lo que el Quillay es capaz de crecer en suelos pobres y degradados, con pendiente y asoleados, se adapta a climas secos y áridos, pero también se encuentra en lugares temporalmente frescos y húmedos, con presencia de nieves y heladas (Navarrete, 2006), aunque su mayor desarrollo lo alcanza en suelos profundos y planos (Vita, 1974). No soporta excesos de agua y no se presenta en suelos lacustres, orgánicos y arcillosos con mal drenaje o exceso de salinidad. Los sectores muy expuestos a vientos fuertes no son recomendables para la plantación de la especie (Benedetti *et al.*, 2000).

Su mejor desarrollo lo logra en climas mediterráneos de temperaturas medias cercanas a las 14 °C y precipitaciones que varían entre los 150 y los 1500 mm (INFOR, 2000).

2.5. Asociaciones vegetacionales

Vita (1974), describe que esta especie en comunidad forma masas puras abiertas, formando un bosque tipo parque. Además crece también en interacción con otras especies del tipo forestal esclerófilo como Litre (*Lithraea caustica*), Peumo (*Cryptocarya alba*), Maitén (*Maytenus boaria*), Boldo (*Peumus boldus*) y Huingán (*Schinus polygamus*), entre otras. Hacia el sur de su área de distribución se mezcla con los *Nothofagus* de la zona mesomórfica. (Vita, 1974; Gajardo 1994; Escobar, 2000). Es una especie intolerante que, en condiciones de mayor humedad, se ve desplazado por especies tolerantes a la sombra como Peumo y Boldo (Vita A. , 1974). En Gajardo (1992) destacan asociaciones con *Lithrea caustica*, *Colliguaja odorifera*, *Azara integrifolia*, *Cryptocarya alba*, *Persea lingue* y *Luma chequen*.

2.6. Floración y producción de semilla

Quillaja saponaria florece desde noviembre a enero y fructifica desde mediados de enero a marzo, para luego dispersar numerosas sámaras entre febrero y abril (Benedetti *et al.*, 2000; Reyes, 2006). Su producción de semillas es variable, presentando algunos años baja producción y seguido luego por una serie de años de alta producción (Vita 1996).

La cosecha de semillas debe realizarse en abril, directamente del árbol en pie, idealmente de aquellos árboles que presentan una buena forma y se ven sanos. Extraída la semilla es necesario eliminar manualmente las alas (INFOR, 2000).

2.7. Aspectos fitosanitarios

Asociados a Quillay se encuentra una gran cantidad de agentes dañinos. De acuerdo Apablaza & Urra (2004), en un estudio realizado en la VI Región, la mayor diversidad y abundancia de insectos y otros artrópodos se presentó desde octubre

a enero; predominando las especies fitófagas (35,6%), principalmente del orden *Hemiptera*. Sólo unas pocas causaron daño detectable y no hubo retraso aparente en el desarrollo de los árboles.

Cabe destacar además que, de acuerdo a Benedetti *et al.* (2000), para las regiones V y VI se determinó que el porcentaje de árboles sanos de Quillay sólo alcanzó un 4,8%. Sin embargo, según Apablaza & Urra (2004), el Quillay es una planta nativa más bien sana en cuanto a insectos se refiere, ya que al tener una variada fauna de artrópodos tiende a mantener un relativo equilibrio entre las especies que la componen. Además, según Lacaille-Dubois & Wagner (1996) y Pelha *et al.* (2002), citados en Arrau (2012), la saponina presente en el Quillay ejerce efectos larvicidas y molusquicidas, respectivamente.

A continuación se muestran en la Tabla 1 aquellos agentes más relevantes con respecto a la generación de daño en Quillay.

Nombre científico del agente dañino	Nombre común	Orden y familia del agente	Descripción agente	Daño producido a <i>Quillaja saponaria</i>
<i>Cuscuta sp.</i>	Cabello de ángel	Cuscutaceae	Planta de tallo delgado, de color amarillo. Una vez que envejece se vuelve café	El sector afectado por la planta se vuelve clorótico.
<i>Callideriphus laetus</i>	Taladrillo del peumo	Coleóptera, Cerambycidae	De color azul oscuro. El macho tiene el tórax rojo.	Taladrador de la madera. Produce daño en árboles recién cortados y acelera la muerte de aquellos débiles o moribundos. Asociado al daño de otros agentes.
<i>Rhyephenes humeralis</i>	Marinerito del nogal	Coleóptera, Curculionidae	Escarabajo.	Perfora la corteza y forma galerías a nivel de cambium. Como larva destruye raíces y como adulto ataca yemas y deseca ramillas.
<i>Procalus viridis</i>		Coleóptera, Chrysomelidae	Robusto, redondeado con élitros verdes con manchas más oscuras. Tórax anaranjado.	Insecto adulto mastica hojas más tiernas del árbol dejándola con pequeños orificios tanto en la lámina como en los bordes. En algunos árboles puede observarse daño de hasta el 50%.
<i>Tettigades chilensis</i>	Chicharra grande común	Homoptera, Gicadidae	Especie robusta con el cuerpo revestido de una pilosidad morena amarillenta.	Produce rasguños lineales en ramas y ramillas que dejan al descubierto tejidos xilemáticos por parte de la hembra, para depositar sus huevos.

<i>Diaspidis chilensis</i>	Falsa escama de San José o Escama blanca del Quillay	Homóptera, Diaspidae	Solo se visualiza la escama blanquecina que cubre al insecto, con un anillo amarillo al centro.	Se encuentra tanto en ramas como en hojas. Principalmente produce defoliación en ápices de ramas laterales.
<i>Melanospis sitreana</i>	Escama negra del peumo	Homóptera, Diaspidae	Conchuelas aplanadas de forma redondeada, de color negro con un centro circular de color blanco.	Es posible encontrar tanto en ramas como en hojas. Su daño puede ser bastante serio, concentrándose 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.
<i>Syncirsodes primata</i>		Lepidóptera, Geometridae	Larvas de color grisáceo, semejante a las ramillas de Quillay. Adultos de color variable, desde gris a amarillo pardo	Como larva deja pequeños orificios en la hoja, mientras que como adulto pueden llegar a consumir gran parte de esta.
<i>Psathyrocerus pallipes</i>	Crisomélido del Quillay	Coleóptera, Chrysomelidae	El adulto es pequeño, oscuro, levemente metálico, con vellosidad fina, antenas filiformes y largas y patas color castaño.	En estado adulto consume borde de las hojas.

<i>Capnodium sp.</i>	Fumagina	Capnodiaceae	La fumagina es un complejo de hongos Ascomycetes de estados imperfectos.	Este hongo ennegrece fuste, ramas y hojas como una costra que envuelve los tejidos vegetales.
----------------------	----------	--------------	--------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

- Parásitos vegetales
- Insectos
- Hongos

Tabla 1. Principales agentes patógenos presentes en *Quillaja Saponaria*

Fuente: Peña, 1996, pág. 153; Benedetti et al. 2000a; Neuenswander, 1965; CONAF, 1989

2.8 Historia, valor y tradición de uso no maderero

Desde tiempos prehispánicos, el Quillay ha sido utilizado por los mapuches para el lavado del cabello y ropa, y para el tratamiento de artritis y otras enfermedades (Apablaza & Urra, 2004). Sin embargo, su extracción indiscriminada debido a la habilitación de terrenos agrícolas, obtención de corteza y material combustible, entre otras razones, se remonta a principios del siglo XX (INFOR, 2000), convirtiéndose en una de las especies nativas de mayor consideración en la zona central del país (Gallardo & Gastó, 1987, citado en Sfeir, 1990). Hoy, las formaciones de Quillay son cada día más escasas, presentando baja cobertura y densidad, con no más de 30 individuos por hectárea (Gallardo & Gastó, 1987, citado en Núñez, 2006). Incluso, según Maldonado (1967) y Sfeir (1990), se ha llegado a eliminar al Quillay de algunos paisajes determinados de su distribución, donde en conjunto con especies como Peumo, Boldo y Espino, se desarrollaba abundantemente sobre sus laderas, llanos y quebradas.

La principal razón por la cual el Quillay se sitúa entre las especies forestales nativas de mayor importancia de la zona mesomórfica, es por la extracción de corteza, la cual es muy rica en saponinas, sustancia química que permite reemplazar al detergente (Vita, 1974; Apablaza & Urra, 2004). Su utilización abarca dos aspectos: en forma casera, se utiliza tal como es extraído del árbol para el lavado de ropa o como champú; por otro lado, las saponinas del tipo triterpenoide son extraídas industrialmente de la corteza y utilizadas como detergente en las industrias textiles, sustituto de jabón, productor de espuma de bebidas, encolados, cosméticos, extintores de incendios, dentífricos, reveladores fotográficos, entre otros (Neuenschwander, 1965; Apablaza & Urra, 2004).

También, es común la venta de “trolas”, paquetes de trozos de corteza, que tradicionalmente se usan para lavar el cabello o para preservar las ropas guardadas por largos períodos (INFOR, 2000).

La madera del Quillay es de calidad regular, siendo históricamente utilizado para implementos agrícolas y carbón (Vita, 1974).

Es también apetecida por las abejas, las que visitan las flores desde octubre a enero, en busca de polen y néctar. La miel proveniente del néctar es bien cotizada en el mercado internacional, lo cual la hace muy apreciada en la zona de Curicó (Vita, 1974; INFOR 2000; Apablaza & Urra, 2004).

Por su bello follaje siempreverde, tener bajo requerimiento de agua, crecer con rapidez y poseer flores perfumadas, el Quillay se considera como un árbol de importante valor ornamental para plazas y parques (Benedetti *et al.*, 2000; Apablaza & Urra, 2004).

En zonas semiáridas mediterráneas, donde *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* son marginados, *Quillaja saponaria* se utiliza como alternativa para protección de ganado (Vita, 1974).

A modo resumen, se presentan los usos más comunes de Quillay y sus extractos en Chile y el extranjero:

- Fabricación de Carbón y Leña
- Artesanía, confección de estribos, tallados, bateas y otros utensilios artesanales.
- Producción de miel.
- La corteza de Quillay se puede utilizar en forma casera para el lavado de ropa y champú
- Brinda excelente protección contra el viento en quebradas o bajo abrigo lateral.
- Debido a las características de su tronco, es común emplearlo en el campo para protección del ganado.
- Por su hermoso follaje verde-amarillento y brillante, además de sus flores perfumadas, se le considera como un árbol de importante valor ornamental.
- Producción de hojarasca, comercializada como tierra de hojas.
- Se puede utilizar en sistemas silvopastorales.

Usos de la saponina:

- Detergente para industrias textiles.

- Productor de espumas en bebidas.
- Encolados.
- Productos cosméticos.
- Extintores y explosivos.
- Agentes emulsionantes de grasas y aceites.
- Protector de suspensiones coloidales.
- Dentífricos.
- Fabricación de de reveladores fotográficos.
- Películas para Rayos X.
- Vacunas para ganado.
- Reducción de malos olores en criaderos.
- Pesticida orgánico.
- Tratamiento de aguas residuales.
- Reducción del colesterol de los alimentos.

Fuente: (INFOR 2000).

2.9 Referencias bibliográficas

Arrau Barra, S. (2012). *Evaluación Del Efecto Analgésico Y Tóxico Del Extracto Acuoso De Corteza De Quillay, Ácido Quillaico Y Derivados*. Santiago: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas.

Apablaza, J., & Urra, F. (2004). Insectos y otros artrópodos en quillay. *Agronomía y Forestal UC*, v.6, n.22 , 12-14.

Benedetti, S., Delard, C., Roach, F., & Gonzalez, M. (2000). *Monografía de Quillaja Saponaria. Proyecto de desarrollo de las comunas pobres de la zona de secano (Prodecop-Secano)*. Santiago: INFOR.

Cruz, G., & Palma, C. (1999). *Distribución nacional del Quillay. Proyecto FONDEF D97-I2010 Manejo forestal y uso industrial del Quillay*. Santiago. Chile: Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Escobar, L. (2000). Ficha Forestal. Quillay. *Quillaja saponaria* Mol. *Chile Forestal*, n.279 , 37-38.

Gajardo, R. (1992). *La Vegetación Natural de Chile. Proposición de un sistema de clasificación y representación de la distribución geográfica*. Santiago: Universidad de Chile.

Gajardo, R. (1994). *La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica*. Editorial Universitaria.

Gotor, B. (2008). *Caracterización y comparación anatómica de hojas de Peumo (Cryptocarya alba (Mol.) Looser) y Quillay (Quillaja saponaria Mol.) sometidas a condiciones de riego permanente y de restricción hídrica*. Santiago. Chile: Escuela de ciencias forestales. Departamento de Silvicultura. Universidad de Chile.

Hoffmann, A. (1978). *Flora Silvestre de Chile. Zona Central: Una guía para la identificación de las especies vegetales más frecuentes*. Santiago. Chile: El Mercurio.

INFOR. (Abril de 2000). Quillay: Una alternativa multipropósito para la zona central. Santiago, Chile: INFOR.

Instituto Forestal. (s.f.). *Normativa y Regulaciones Productos Forestales no Madereros*. Recuperado el 26 de Diciembre de 2012, de <http://www.gestionforestal.cl:81/pfnm/politicayfomento/normativa/legislacionnacional.htm>

Lagos, J. (1998). *Antecedentes bibliográficos de Quillay (Quillaja saponaria Mol.) y estudio de un bosque natural ubicado en la provincia del Bio bio*. Concepción. Chile: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Concepción.

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*.

Maldonado, F. (1967). *Rendimiento en corteza de Quillay (Quillaja saponaria Mol.). Zona de Valparaíso*. Santiago: Facultad de Agronomía. Universidad de Chile.

Martcorena, C., & Quezada, M. (1985). Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 42, 5-157.

Navarrete, A. (2006). *Estado de desarrollo ex-situ de quillay (Quillaja saponaria Mol.), keule (Gomortega keule (Mol.) Baillon) y belloto del sur (Beilschmiedia berteriana (gay) Kosterm.) en Valdivia*. Valdivia. Chile: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile.

Neuenschwander, A. (1965). *Contribución al estudio anatómico de la corteza de Quillay (Quillaja saponaria Mol.) y recomendaciones sobre su explotación*. Santiago. Chile: Facultad de Agronomía. Universidad de Chile.

Núñez, Y. (2006). *Crecimiento en un Bosque raleado de Quillaja saponaria Mol., en la VI Región*. Santiago: Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

Reyes, M. d. (2006). *Caracterización del desarrollo de rebrotes de diferentes edades, en un monte bajo clareado de Quillay (Quillaja saponaria Mol.), en el secano interior de la VI Región*. Santiago: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.

Sfeir, J. L. (1990). *Evaluación de la fitomasa y metabolitos de interés comercial en Boldo (Peumus boldus Mol.), Quillay (Quillaja saponaria Mol.) y Eucalipto (Eucalyptus spp.) en la VII Región*. Santiago: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.

Valdebenito, G., Campos, J., Larraín, O., Aguilera, M., Kahler, C., Ferrando, M., y otros. (2003). Boletín divulgativo n°7. *Morchella spp. PFNM. El bosque: Mucho más que madera. INFOR*.

Valenzuela, L. (2007). *Evaluación de un ensayo de riego y fertilización de quillay (Quillaja saponaria Mol.), en la comuna de San Pedro, Provincia de Melipilla, Región Metropolitana*. Santiago: Universidad de Chile.

Vita, A. (1974). *Boletín técnico n° 28: Algunos antecedentes para la Silvicultura del Quillay (Quillaja saponaria Mol.)*. Santiago: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.

Vita, A. (1996). *Los tratamientos silviculturales*. Santiago. Chile: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.

Vita, A. (1966). *Reforestación por siembra directa con Quillay (Quillaja saponaria Mol.) y Peumo (Cryptocarya alba (Mol.) Looser)*. *Tesis Ingeniería Forestal*. Santiago. Chile: Facultad de Agronomía. Universidad de Chile.

2. Silvicultura y Manejo

2.1 Germinación y propagación vegetativa

En forma natural el Quillay regenera generalmente a partir de retoños de tocón, dando origen a monte bajo luego de ser explotado. Debido al sobrepastoreo y degradación generalizada del suelo es difícil encontrar regeneración proveniente

de semillas, hallándose sólo en suelos bastante mullidos (Vita A. , 1974). Generalmente la distancia de propagación no supera las 2,5 veces la altura del árbol semillero, estableciéndose fuera de la proyección de copa del árbol madre (Benedetti *et al.*, 2000).

En vivero la producción de plantas se realiza a partir de semillas, las cuales se caracterizan porque el número de semillas viables por kg es de aproximadamente 138.000 (\pm 13.000) (INFOR, 2000), registrándose valores entre 120.000 y 250.000 (Vita A. , 1974). Cabe destacar que el número de semillas puras por kg de muestra (semillas puras y semillas vanas) está entre los valores de 10.000 y 55.000 semillas (*Op. Cit.*). Según Vita (1974), esta especie no requiere tratamiento pregerminativo, además de presentar buena viabilidad ya que se puede almacenar sin problemas por más de un año. A diferencia de éste último, Donoso y Cabello (1980, citado por Benedetti, 2000) recomiendan pretratar las semillas en estratificación en frío-húmedo por 15 días o, de acuerdo a INFOR (2012a), por inmersión en agua fría por 72 horas, lo cual se acostumbra hacer para acelerar y homogenizar la germinación.

En cuanto a capacidad germinativa, ésta se registra entre un 8 y un 80% (Vita, 1974; Orellana & Fisher, 1976 citado en Lagos, 1998; INFOR 2000), justificándose su variación con la fecha y procedencia de colecta de las semillas. Su energía germinativa va desde 5 a 65% (Vita, 1974; Orellana & Fisher, 1976 citado en Lagos, 1998).

Según López *et al.* (1986), la época de siembra más adecuada es desde la segunda quincena de septiembre a la primera semana de octubre, mientras que INFOR (2012a) recomienda sembrar durante los meses de agosto a octubre para que en la siguiente primavera la plántula tenga un sistema radicular suficientemente profundo para obtener el agua necesaria para su desarrollo en terreno. Por otro lado, Vita (1974) recomienda realizar la siembra en maceta, en otoño o primavera, directamente en bolsas.

La producción de plantas también puede hacerse a partir de propagación vegetativa a través de estacas (Mera, 1990). Según Benedetti *et al.*(2000), para esto es necesario considerar aspectos como:

- Época y ambiente de propagación: para asegurar un buen enraizamiento y sobrevivencia de las estacas es fundamental otorgarles las condiciones climáticas adecuadas, ya que son procesos que están fuertemente determinados por ellas. De acuerdo a Mera (1990) la mejor época para esto sería la invernal en invernadero, combinado con un sustrato arenoso.
- Bajas tasas de transpiración: éstas se logran con temperaturas que fluctúan entre 18 y 24 °C, favoreciendo la formación de raíces. Así la mortalidad invernal es más tardía y de menor magnitud que la primaveral, ya que durante esta época la humedad relativa disminuye (Sabja, 1989 citado en Benedetti *et al.*, 2000a).
- Ácido inolbutírico: la aplicación de ésta y otras sustancias reguladoras de crecimiento, permite mayor desarrollo radicular en la zona basal de la estaca, asegurando mayor sobrevivencia (Mera, 1990)

2.2 Establecimiento o enriquecimiento

Las plantaciones de Quillay se pueden obtener de manera natural mediante el método de árbol semillero (Vita A. , 1974) y de manera artificial mediante siembra directa, plantación en macetas o raíz desnuda (Benedetti *et al.*, 2000; INFOR 2000). Para la producción de plantas en vivero se necesita un sustrato compuesto por tierra común, compost y arena en razón 3:2:1, o bien corteza de pino (INFOR 2000).

La plantación en macetas consiste en sembrar las semillas primero en almácigo y luego en bolsas, por medio de repique (López, 1986), o sembrarlas directamente en bolsas en otoño o primavera (Vita, 1974; INFOR 2000). Una vez que éstas han germinado y tienen ya una temporada de vivero se deben llevar a terreno, usando una distancia de plantación de 3x3 m (Vita A. , 1974). A su vez la siembra directa, debido a su rápido desarrollo radicular inicial, es un método bastante eficaz para la zona semiárida. Las plántulas deben ser sembradas en otoño, para llegar a la primavera con un sistema radicular desarrollado y soportar la estación seca; además el suelo debe ser trabajado con anterioridad a una profundidad aproximada de 30 cm, para así facilitar la penetración radicular y aumentar la

capacidad de almacenamiento del agua; por último, se debe proteger a las semillas y plántulas de la herbivoría y el fuego (Vita A. , 1974).

Sin embargo para asegurar un buen prendimiento de las plantas de Quillay se recomienda la plantación en maceta ya que es el procedimiento que posee mayor porcentaje de prendimiento en condiciones de aridez (INFOR 2000). Además aquellas producidas en maceta presentan un incremento en altura significativamente superior a las plantas producidas a raíz desnuda (Prado, 1978, 1979; citado en Benedetti *et al.*, 2000).

De acuerdo a INFOR (2000), al establecer en terreno la plantación, ya sea por plantas en maceta o siembra directa, se debe proceder a preparar el suelo con un subsolado de 40 cm en aquellos suelos compactados, característicos del secano interior. Para suelos de escasa precipitación se recomienda usar un arado de discos y para aquellos donde no se puede introducir maquinaria se recomienda dejar la tierra en barbecho para luego preparar surcos en curvas de nivel con arado tirado por bueyes o caballos. Independiente de la preparación que se haga al suelo se recomienda hacer las casillas de plantación de 30x30x30 cm a 50x50x50 cm.

Es esencial, para asegurar la sobrevivencia y permitir un buen desarrollo inicial de la plantación, el control de malezas. Esto puede realizarse previo a la plantación, idealmente abarcando la superficie total de ésta, en forma manual o por medio de herbicidas (INFOR, 2000). Sin embargo, de acuerdo a Wrann e Infante (1988) experiencias en la zona semi árida de Chile han mostrado que una buena práctica es el control manual, raspando el suelo en círculos de aproximadamente 1 m alrededor de la planta.

Con respecto a la fertilización, se recomienda agregar nitrógeno, fósforo y potasio (López *et al.*, 1986), esto permite a la planta aprovechar mejor los nutrientes y el agua del suelo, logrando así una mayor sobrevivencia y mejor adaptación al sitio (Valdebenito *et al.*, 1997). Sin embargo es necesario que la fertilización sea acompañada de una buena preparación del suelo y un adecuado control de la competencia (Wrann e Infante, 1988; Valdebenito *et al.*, 1997), como se explicó anteriormente. De otra forma tiene un efecto negativo sobre la sobrevivencia, al

favorecer la vegetación competidora (Wrann & Infante, 1988; Benedetti *et al.*, 2000;).

En cuanto al riego, López *et al.* (1986) e INFOR (2000), postulan que el uso de éste depende del comportamiento climático de la zona de establecimiento de la plantación. Por ejemplo, en seco se ha observado que la sobrevivencia durante el primer período vegetativo es muy dependiente del monto y distribución de las precipitaciones caídas durante ese año. Es por lo tanto, según Wrann & Infante (1988), muy importante elegir cuidadosamente los lugares a forestar en las zonas áridas, lo que significa en la práctica la imposibilidad de forestar paños completos, debiendo restringirse a lugares más protegidos que puedan conservar la escasa humedad de aquellas áreas. En INFOR (2000) se propone evaluar la aplicación de riego para los dos primeros años de 5 L/planta para el período estival.

3.3 Métodos de intervención y normativa legal

La explotación del Quillay se encuentra regulada desde 1944 gracias al decreto N° 366, aún vigente, de la Dirección General de Tierras y Colonización, actual Ministerio de Bienes Nacionales. El decreto Reglamenta la Explotación de Quillay y otras especies forestales y busca normar su explotación asegurando regeneración natural y conversión lenta y progresiva de carbón de Quillay a gas licuado, para fines de combustión (Maldonado, 1967).

Dentro de los artículos de este decreto se presentan a continuación aquellos atinentes a *Quillaja saponaria*, indicados para la zona ubicada entre el límite norte de la provincia de Tarapacá y el río Maipo:

Art. 2° En la región indicada queda prohibido indefinidamente:

a) La descepadura de las siguientes especies: tamarugo, algarrobo, chañar, guayacán, olivillo, carbón o carbonillo, espino, boldo, maitén, litre y bollen. La corta o explotación de estos árboles y arbustos sólo será permitida durante los meses de Abril, Mayo, Junio y Julio;

Art. 3° En conformidad con el artículo 19 de la Ley de Bosques en vigencia,

prohíbese la corta del Quillay y la explotación de este producto, tales como leña, carbón y corteza, entre el 1 de Enero y el 30 de Abril de cada año. Fuera de esta época los interesados en explotar este árbol deberán solicitar permiso en la Dirección General de Tierras y Colonización.

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

Art. 5° Las personas que deseen incorporar al cultivo agrícola terrenos en que vegeten Quillayes, deberán solicitar permiso en la Dirección General de Tierras y Colonización, y este permiso será otorgado siempre que el cultivo dé un rendimiento superior al que se obtendría de la explotación de dichos árboles.

Art. 6° En los suelos de rulos y en los regados de fuerte pendiente no se permitirá el descepado de los Quillayes sin autorización escrita de la Dirección General de Tierras y Colonización.

Art. 11° Los compradores de corteza de Quillay deberán solicitar autorización de la Dirección General de Tierras y Colonización para exportar este producto, autorización que será otorgada siempre que se acredite que el Quillay que se desea exportar ha sido explotado de acuerdo con las disposiciones de este reglamento.

Actualmente el permiso para corta, explotación o descepado de *Quillaja saponaria* debe pedirse en el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) en la oficina regional que corresponda a la región donde se encuentran los árboles de Quillay que se desea intervenir, siempre y cuando éstos sean árboles aislados que no constituyan bosque, de acuerdo a la definición de bosque que establece el DL. 701 de 1974 y modificaciones posteriores.

En el caso que la intervención sea para la obtención de corteza de Quillay, el Servicio otorgará una **Guía de Movilización de Corteza de Quillay**, siempre y cuando se verifique que la explotación de los ejemplares se realizó conforme a las disposiciones jurídicas del DL. 701, es decir, sólo se puede realizar la extracción previa tenencia de un permiso de corta/explotación otorgado por el SAG, o bien, de un plan de manejo aprobado por la Corporación Nacional Forestal (Servicio Agrícola y Ganadero, s.f.).

Otros decretos sobre explotación de Quillay son:

- D.S. N° 1274 de 1938, sobre extracción de corteza de Quillay.
- D.S. N° 908 de 1941, sobre extracción de Quillay, tamarugo, chañar, guayacán, olivillo, espino, boldo, maitén, litre, carbón o carboncillo y bollén.

Fuente: Instituto Forestal, s.f.

3.4 Cosecha

La importancia del Quillay radica básicamente en la saponina que se encuentra principalmente en la corteza útil o aprovechable, específicamente en el floema inactivo, además de encontrarse, en menor proporción, en ramas, fuste y hojas del árbol (Maldonado, 1967; Sfeir, 1990).

De acuerdo a Maldonado (1967), históricamente las faenas de extracción de la corteza útil se han realizado mediante volteo, descortezado, peladura o raspaje (que desprende la corteza muerta) y el tendido al sol de la corteza limpia, logrando extraer en un día entre 150 y 200 kg de corteza útil. Durante el secado al sol la corteza rebaja su contenido de humedad a un 15% aproximadamente, para luego prensar las *trolas* (trozos en los que se ha dividido la corteza al momento del descortezado) y ser enfardadas con arpillera y alambre en bultos de aproximadamente 80 kg. Sin embargo, este método de procesamiento implicaba una subutilización del recurso, lo que se traducía en pérdidas económicas para los dueños de los bosquetes, además de producir un deterioro a la calidad y distribución de las formaciones vegetacionales de Quillay (INFOR, 2000).

Desde el año 1995 se ha desarrollado en Chile un proceso industrial que permite utilizar de manera más eficiente el árbol, aprovechando los fustes y ramas para obtener saponinas. Dos años más tarde, este proceso se comenzó a aplicar a escala industrial, generando actualmente un mercado para la biomasa leñosa de Quillay (Cruz y Bravo, 2003, citado en Nuñez, 2006).

Hoy, la silvicultura tradicional se basa en el actual Decreto de Ley 701, el que norma la extracción de corteza de Quillay, determinando que debe realizarse una corta selectiva con extracción máxima del 35% del área basal original del rodal. Este manejo es recomendado sólo cuando existen ejemplares sobremaduros, es decir, sobre los 30 cm de DAP, de manera de asegurar una buena regeneración natural por semilla (árbol semillero), de esta forma se incrementa la densidad de árboles por hectárea (INFOR, 2000).

Por otro lado, existen otros tratamientos silvícolas alternativos. Cuando los rodales presentan árboles jóvenes y/o maduros, se puede extraer corteza sin derribar el árbol (similar al proceso por el cual se extrae corteza de *Quercus suber*), debido a que la corteza útil está compuesta por tejidos vivos que se disponen desde el cambium vascular hacia el exterior en el siguiente orden: floema activo, floema inactivo, periciclo y parénquima cortical (Maldonado, 1967). Es así como, según INFOR (2000), se puede obtener corteza sólo hasta el floema activo en troncos y ramas, lo que se realiza dividiendo el fuste en 4 cuartos homogéneos y extrayendo cada 3 años un cuarto de circunferencia, completando el ciclo en 12 años. Sin embargo, es un método complejo de aplicar debido a la facilidad con la que se puede dañar el árbol ocasionándole la muerte (Benedetti *et al.*, 2000), y si no está regulado por ley, para los que la extraen es más conveniente voltear el árbol, ya que pueden obtener carbón además de corteza. Por otro lado, si el tocón es dejado en buenas condiciones, los brotes provenientes de monte bajo pueden ser utilizados en el futuro (Maldonado, 1967).

Bajo tratamientos silviculturales tradicionales, la extracción comercial ocurre casi en su totalidad en la primera intervención y según INFOR (2000) no es posible recuperar antes de 30 años la biomasa total inicial. De acuerdo a Vita (1966) citado en Vita (1974), para las zonas de Santiago y Valparaíso, la rotación para

corteza debiera calcularse en 35 años, edad a la que el árbol alcanzaría 28 cm de DAP, mientras que Reyes (2006) afirma que para la VII Región la edad de rotación es de 52 años, para alcanzar el mismo diámetro. Cabe destacar que Mesón y Montoya (1998) citado en Reyes (2006) afirman que para rodales explotados como monte bajo, la rotación recomendable como máximo debiera ser del orden de un cuarto de la habitual para el método del monte alto para la misma especie, es decir entre 8 y 13 años para Quillay.

3.5 Costos

Un manejo en un bosque esclerófilo consiste básicamente en la Marcación de los individuos de interés para cosechar, el Raleo y el establecimiento de zonas de caminos, cortafuegos, etc. A continuación se muestran, a modo de ejemplo, los resultados de un proyecto que buscaba evaluar el potencial productivo de un bosque y analizar la factibilidad técnico-económica de manejo que permita mejorar calidad del bosque y financiar faenas, para la Viña los Vascos en la VI Región (Hube, 2008).

Actividad a realizar	Costos	Ingresos
Marcación de árboles (\$/há)	24.400	--
Raleo del Quillay (\$/há)	30.900	--
Madera de Quillay (\$/ton)	--	53.000
Leña (esclerófilo) (\$/ton)	6.600	12.000
Carbón (esclerófilo) (\$/ton)	71.200	130.000
Miel (polifloral: esclerófilo) (\$/ton)	791.200	900.000
Tratamiento de desechos (\$/há)	96.210	--
Astillado biomasa (\$/há)	213.500	--
OTROS COSTOS: al 5° año		
Manejo del rebrote (\$/há)	35.108	--
Enriquecimiento (\$/há)	50.288	--

Tabla 2. Flujo de ingresos y costos de Plan de Manejo en Bosque esclerófilo para la VI Región.

Fuente: Hube, 2008

3.6 Referencias Bibliográficas

Benedetti, S., Delard, C., Roach, F., & Gonzalez, M. (2000). *Monografía de Quillaja Saponaria. Proyecto de desarrollo de las comunas pobres de la zona de secano (Prodecop-Secano)*. Santiago: INFOR.

INFOR. (Abril de 2000). *Quillay: Una alternativa multipropósito para la zona central*. Santiago, Chile: INFOR.

Instituto Forestal. (s.f.). *Normativa y Regulaciones Productos Forestales no Madereros*. Recuperado el 26 de Diciembre de 2012, de <http://www.gestionforestal.cl:81/pfnm/politicayfomento/normativa/legislacionnacion.html>

Lagos, J. (1998). *Antecedentes bibliográficos de Quillay (Quillaja saponaria Mol.) y estudio de un bosque natural ubicado en la provincia del Bio bio*. Concepción. Chile: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Concepción.

López, J., Jimenez, 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*.

Maldonado, F. (1967). *Rendimiento en corteza de Quillay* (Quillaja saponaria Mol.). *Zona de Valparaíso*. Santiago: Facultad de Agronomía. Universidad de Chile.

Mera, E. (1990). *Propagación vegetativa en Quillay* (Quillaja saponaria Mol.). *Memoria de título*. Chillán. Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas Veterinarias y Foresales. .

Núñez, Y. (2006). *Crecimiento en un Bosque raleado de Quillaja saponaria Mol., en la VI Región*. Santiago: Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

Reyes, M. d. (2006). *Caracterización del desarrollo de rebrotes de diferentes edades, en un monte bajo clareado de Quillay* (Quillaja saponaria Mol.), *en el secano interior de la VI Región*. Santiago: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.

Servicio Agrícola y Ganadero. (s.f.). *SAG - Flora (copihues, palma chilena y quillay)*. Recuperado el 27 de Diciembre de 2012, de [http://historico.sag.gob.cl/OpenDocs/asp/pagDefaultGabineteSuperior.asp?boton=Doc43&argInstanciald=43&argCarpetald=816&argTreeNodosAbiertos=\(\)&argTreeNodoSel=&argTreeNodoActual=&argRegistroid=5944](http://historico.sag.gob.cl/OpenDocs/asp/pagDefaultGabineteSuperior.asp?boton=Doc43&argInstanciald=43&argCarpetald=816&argTreeNodosAbiertos=()&argTreeNodoSel=&argTreeNodoActual=&argRegistroid=5944)

Sfeir, J. L. (1990). *Evaluación de la fitomasa y metabolitos de interés comercial en Boldo* (Peumus boldus Mol.), *Quillay* (Quillaja saponaria Mol.) y *Eucalipto* (Eucalyptus spp.) *en la VII Región*. Santiago: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.

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*. Santiago: INFOR, INDAP y CONAF .

Vita, A. (1974). *Boletín técnico n° 28: Algunos antecedentes para la Silvicultura del Quillay* (Quillaja saponaria Mol.). Santiago: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.

Wrann, J., & Infante, P. (1988). Método para el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus camaldulensis* y *Quillaja saponaria* en la zona árida de Chile. *Ciencia e investigación forestal*. Vol. 2 N° 3 , 13-25.

4. Procesos, productos y agregación de Valor

4.1 Caracterización de los Productos

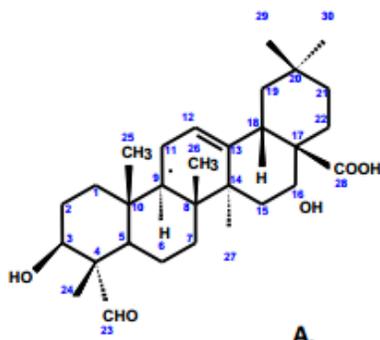
Dentro de los productos que se extraen de *Quillaja saponaria*, el de mayor importancia económica es la extracción de saponinas (INFOR, 2000). El establecimiento de sistemas silvopastorales, su valor ornamental y, finalmente, la utilización de su madera como material y combustible, forman parte también de los usos que se puede dar a este árbol.

Los extractos de Quillay contienen principalmente saponinas, además de polifenoles, taninos y otras sales y azúcares en pequeñas cantidades (Natural Response, s.f.). Los valores promedio de concentración de saponina en cada componente del Quillay según Toral y Rosende (1986) citado por Sfeir (1990) son: 11,6% de la Corteza, 10,0% de las Ramas con corteza, 8,8% de la Madera y 6,1% de las Hojas.

El estudio de las saponinas data de principios del siglo XIX, momento en el cual estos compuestos glucosídicos fueron denominados con el nombre de *Principium Saponaceum*. El término saponina es un concepto que se acuña en 1819 en el Manual de Química Teórica de Gmelin, donde se describe como un principio irritante (Vidal, 1945).

Según Vidal (1945), Sfeir (1990) y Natural Response (s.f), la saponina es un compuesto orgánico biodegradable no volátil, que pertenece a la gran familia de los terpenos, ya que posee un núcleo triterpénico (n=6) con 2 cadenas de azúcares unidas a este núcleo. Las cadenas de azúcar le confieren a las saponinas un carácter hidrofílico, mientras que el núcleo triterpénico un carácter hidrofóbico, lo que las convierte en una molécula anfótera. Esta última característica le otorga a las saponinas una excelente acción como tensoactivo no iónico, permitiendo la reducción de la tensión superficial así como la solubilización de productos hidrofóbicos en soluciones acuosas o la formación de microemulsiones, que al ser agitadas producen abundante y persistente espuma, todo esto a muy bajas concentraciones.

En la actualidad se reconoce que el extracto acuoso del Quillay contiene más de 100 saponinas triterpénicas (Resnik, 2004, citado en Arrau, 2012), las cuales también son usadas para precipitar sustancias con las que no son solubles, como



el éter y el benzol (Vidal, 1945).

Figura 2. Estructura química del ácido quillaico
(ácido 3 β , 16 α -dihidroxi-23-oxoolean-12-en-28-oico)

Fuente: Arrau, 2012

Como se describe en Arrau (2012), los glicósidos triterpénicos tienen una gran variedad de actividades biológicas positivas que se manifiestan en procesos patológicos como el cáncer (Dzuback *et al.*, 2006), inflamación (Brinker *et al.*, 2007) y reacciones alérgicas (Ríos, 2010), además de ejercer efectos larvicidas (Pelha *et al.*, 2002), antifúngicos (Rivera, 2007) inmunomoduladores (Ríos, 2010; Brinker *et al.*, 2007), antivirales (Roner *et al.*, 2007), molusquicidas (Lacaille-Dubois y Wagner, 1996), citotóxicas y como coadyuvante de vacunas de humanos y animales (Roner *et al.*, 2007).

No obstante, de acuerdo a Vidal (1945), es una sustancia que al ser ingresada directamente al torrente sanguíneo en altas dosis, es nociva para el ser humano, generando al corto tiempo parálisis respiratoria y destrucción de los glóbulos rojos, además de necrosis de la pared intestinal. Curiosamente, al ser ingerida, la saponina no resulta nociva, pues la mucosa no absorbe las sustancias tóxicas, aunque en los ojos y nariz es algo irritante provocando secreción intensa y

estornudos. En bajas dosis provoca salivación, aumento de la secreción bronquial y frecuentemente náuseas, por lo que se utiliza como expectorante.

Sin embargo, el Quillay no sólo sirve como detergente, insecticida de polillas, espumantes de bebidas y agregado de películas fotográficas. Ahora se emplea en la agricultura, la agroquímica, la industria alimenticia y la minería del cobre (El Mercurio, 2003). Por ejemplo, en la industria agrícola se han formulado pesticidas



como fungicidas, nematicidas, insecticida de polillas, entre otros, además de su utilización como promotor del crecimiento (Reyes, 2006).

Imagen 1. Nematicida QL Agri35, cuyo ingrediente activo es extracto de Quillay.

Fuente: Reyes, 2006.

Dentro de otros usos que no han sido mencionados están la utilización de saponinas en el teñido artesanal de cueros y su aplicación en la industria del papel (Vidal, 1945).

La madera de Quillay, que es blanda, de color crema y susceptible al ataque de polillas expuesta a la intemperie, normalmente es utilizada en artesanía para la confección y tallado de estribos, bateas, entre otros utensilios artesanales (Orellana y Fisher, 1976; citado por Benedetti *et al.*, 2000). Posee un poder calorífico de 18,69 MJ/kg ó 10,466 MJ/m³ y una densidad de 560kg/m³.

Químicamente el Quillay se compone de 69,8% de Holocelulosa, 39,4% de Celulosa, 25,5% de Lignina, 8,20% de Extraíbles y 1,96% de ceniza (Mancilla *et al.*, 1991, citado por Benedetti *et al.* 2000).



al., 1991, citado por Benedetti *et al.* 2000).

Imagen 2. Estribo confeccionado en madera de Quillay

Fuente: Reyes, 2006

Los bosquetes de este árbol han sido comúnmente utilizados como nodrizas de gramíneas y forrajeras en general, además de proporcionar sombra para el ganado, por lo que su uso silvopastoral es una alternativa conveniente con la cual se obtiene el máximo provecho de áreas comúnmente pobladas por Quillayes y de interés ganadero (Vita, 1974).

4.2 Procesos de agregación de Valor

En un principio la extracción de saponina de *Quillaja saponaria* se hacía, de acuerdo a lo mencionado en el punto 3.4, con el volteo del árbol y posterior descortezado, lo que llevaba a una subutilización del recurso. De acuerdo a El Mercurio (2003), alrededor de los 90's se sacaban de los bosques cerca de 900 toneladas de corteza al año para su exportación bruta. Ahora en cambio, se extrae saponina de todo el árbol (ramas, hojas y tronco), aprovechando aquellos obtenidos de podas y raleos, y se vende directamente el compuesto purificado o como producto terminado, es decir, se comercializa con valor agregado.

Existen distintas maneras de extraer la saponina. Según Vidal (1945) al estudiar las propiedades de las saponinas, se observó que los únicos disolventes en los cuales éstas son solubles son los alcoholes etílico y metílico calientes, y el agua. En el resto de disolventes orgánicos las saponinas son insolubles. De aquí que los métodos empleados para su extracción utilicen agua y alcohol.

La extracción alcohólica se realiza mediante el pulverizado de la corteza y posterior sumergimiento en alcohol de 95° formando una mezcla. Se calienta luego a baño maría y se filtra las veces necesarias para sacar todo lo que no sea saponinas. Una vez filtrado y enfriado, la saponina, ahora insoluble en el alcohol frío, se deposita lentamente en forma de copos y se separa luego por medio de centrifugación (*Op. cit.*).

Cabe destacar que el rendimiento obtenido con este método (2,5 gr. por 100 gr. de corteza) es muy bajo y la saponina que se obtiene no es de color blanco, por lo tanto no es un método eficiente (*Op. cit.*).

El segundo método de obtención es el de extracción acuosa. De acuerdo a San Martín & San Martín (1996) el procedimiento comienza con el astillado de ramas de Quillay, las que son posteriormente molidas. Esta masa de madera triturada es sometida a una primera etapa de extracción (Proceso 1. Figura 3) consistente en una lixiviación con solución de lixiviación, para luego realizar una segunda etapa de extracción que consiste en mezclar el extracto obtenido en el Proceso 1, con madera molida fresca (Proceso 2. Figura 3). El procedimiento sigue con un drenado del extracto obtenido en el Proceso 2, reservándolo para su posterior procesamiento, mientras que la madera, drenada en la primera y segunda etapa, es lavada con solución de lixiviación. Este extracto de lavado es drenado para ser mezclado con el extracto reservado anteriormente (producto del Proceso 2) y es mezclado también con aditivos tales como lactosa o maltodextrina (Proceso 3. Figura 3), para luego someterlos a una concentración, seguida por un enfriamiento, filtrado y secado.

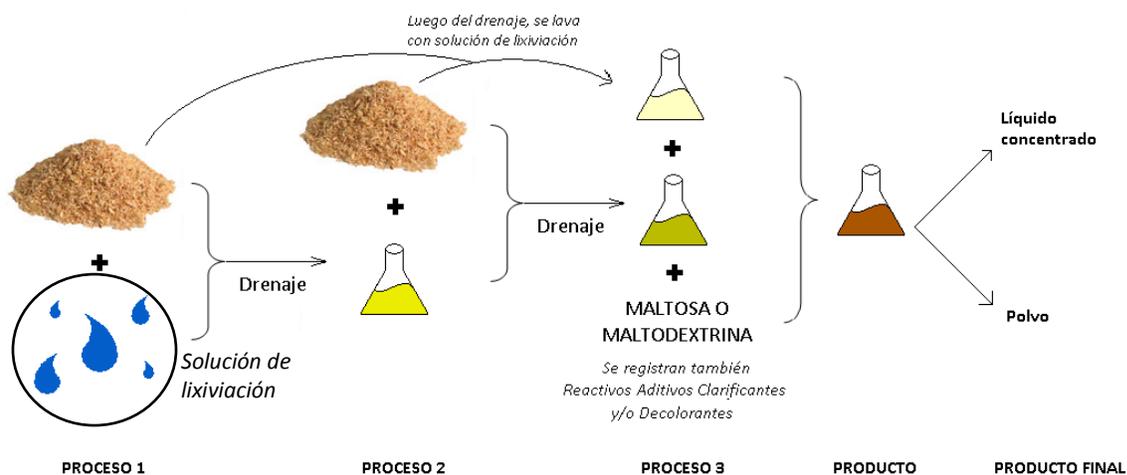


Figura 3. Proceso de extracción acuosa de saponinas de madera de Quillay.

Fuente: Elaboración propia en base a San Martín & San Martín, 1996.

De acuerdo a San Martín (2003), el Proceso 3 consistiría en purificar el extracto obtenido en la etapa anterior mediante la adición de reactivos aditivos clarificantes y/o decolorantes, para extraer las impurezas presentes en el extracto y luego filtrar y pasteurizar la mezcla, de modo que una vez efectuada tal pasteurización el resultado se divide en dos líneas; la primera corresponde a la obtención de un concentrado que varía de 100 a 650 gr sólidos/kg producto; y la segunda corresponde a una línea seca o polvo en que el concentrado proveniente de la pasteurización es secado.

De acuerdo a lo encontrado en CCBOL GROUP S.R.L (2012) se comercializan los siguientes concentrados de saponinas:

QL 1000

Apariencia	Líquido café rojizo oscuro no viscoso
Saponinas Triterpénicas	20-25 % compuestos solubles en agua
Contenido de Sólidos	Aprox. 43%
Envase	Bidón plástico de 5, 10, 25, 250 Kg También disponible como producto secado spray

Tabla 3. Descripción general del producto QL 1000

QL ULTRA

Apariencia	Líquido amarillo claro no viscoso
Saponinas Triterpénicas	65 – 70 %
Contenido de Sólidos	Aprox. 20 %
Envase	Bidón plástico de 5, 10, 22, 220 Kg

Tabla 4. Descripción general del producto QL ULTRA

Ambos productos están aprobados para el consumo humano en alimentos y bebidas por la FDA según el registro 21 CFR 172.510, FEMA GRAS número 2973. Aprobado por la Unión Europea para uso en bebidas no-alcohólicas bajo el código E 999.

CAS NUMBER	Quillaja Extract 68990-67-0 Quillaja 977002-27-9
FEMA GRAS NUMBER	2973
EUROPEAN UNION NUMBER	E 999

Tabla 5. Códigos de aprobación para el consumo humano de ambos productos

4.3 Costos

Los costos de extracción de saponinas son datos que manejan empresas privadas como Desert King Chile, exportadora asociada a Natural Response, quienes son los principales exportadores de extractos de saponinas. La información de costos es confidencial, las empresas privadas se reservan esta información.

En Valdebenito *et al.* (2011) las exportaciones de extractos se registran entre 1996 y 2010, sin embargo en los años 1999 y 2003 no se registran volúmenes de

exportación. En los 13 años que se registran movimientos internacionales, los precios FOB del kg de extractos fluctúan entre \$2.250 y \$6.783 (PCL) con un promedio de \$5.274. Los volúmenes asociados a dichos precios se muestran a continuación (Tabla 5).

Año	Volumen (ton)	Precio (\$/kg)
1996	8,00	5.000
1997	6,00	2.250
1998	1,00	2.250
2000	87,89	6.230
2001	110,05	6.783
2002	173,76	6.614
2004	143,50	6.197
2005	224,00	5.996
2006	269,30	5.539
2007	275,60	4.725
2008	420,75	4.769
2009	371,09	6.089
2010	379,97	6.117

Tabla 6. Volúmenes y precios promedio de exportación de extractos de saponinas para los años entre 1996 y 2010, con excepción del 1999 y 2003, años para los cuales no se exportaron extractos.

Fuente: Elaboración propia en base a Valdebenito *et al.*, 2011

4.4 Proyectos y/o estudios de investigación

El diario El Mercurio publicó en el año 2003 *El Quillay no sólo sirve para matar polillas*, donde se describen los logros del Dr. Ricardo San Martín, ingeniero químico de la P. Universidad Católica de Chile, quien a través de proyectos del Fondo Nacional de Fomento a la Investigación en Ciencia y Tecnología (Fondef) realizó importantes avances en la industria del Quillay, comenzando con sus investigaciones en 1991. Él comenta sobre la ventaja que tiene el Quillay de ofrecer alta estabilidad al calor, a las sales y a los ácidos, y la relación que esto tiene con las innumerables y curiosas acciones de la saponina. Por ejemplo, un uso curioso se da en Corea, donde se comercializa una nueva bebida con saponina chilena para balancear el colesterol.

Tras las pistas de hallar nuevas aplicaciones, descubrió:

- El extracto de Quillay ayuda a que tanto cerdos como aves produzcan menos olor a amoníaco en sus deposiciones.
- La saponina facilita una conversión más eficiente de los nutrientes, dependiendo de los alimentos que consuman dichos animales, con lo cual crecen más rápido. Una importante avícola chilena y la mayor productora de pollos de Tailandia utilizan este producto natural chileno.
- Los viñedos también obtienen beneficios de la saponina ya que ésta se aplica hoy en el suelo mediante riego por goteo, lo que aumenta la productividad de las uvas y, sobre todo, protege del ataque de nemátodos.
- La neblina ácida, efecto de la electro-obtención del cobre, que corroee las paredes del recinto y exige a los trabajadores estar totalmente protegidos, puede ser controlada gracias a un extracto de Quillay. La Mina Radomiro Tómic de Codelco utiliza este extracto desde noviembre del 2002.

La saponina se exporta bajo la forma de polvo o toneles de líquido, según la aplicación.

Además, de acuerdo a un artículo del diario La Cuarta (2002), se criaron aves alimentadas con productos orgánicos, sin harina de pescado y con componentes alimenticios como el Quillay, con resultados que sorprendieron la industria. Se produjeron pollos sanos desde todo punto de vista y sin bacterias que puedan perjudicar al ser humano.

Por otro lado un equipo de investigadores del Laboratorio de Ecosistemas de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la UC desarrolló el año 2006 un estudio de crecimiento del Quillay, en conjunto con Natural Response, empresa productora y comercializadora de saponinas en Chile, para promover el cultivo de este árbol. Según el artículo “La empresa quiere trabajar con altos estándares ecológicos y sociales. Lo que les interesa es combinar la cosecha de lo natural con lo cultivado. Y esta especie podría ser de gran valor, como ha ocurrido con las plantaciones de otras especies forestales. Entonces, lo que se quiere ver en este estudio es en qué condiciones las plantaciones de Quillay tienen un buen

crecimiento. La intención aquí es tener algo que se pueda cosechar relativamente joven”.

Lorena Vieli, investigadora del proyecto, explica que, más allá de la extracción de las saponinas, el estudio tiene valor para el país por el impacto que la especie nativa puede tener en aspectos como la fauna silvestre y los territorios degradados de la Cordillera de la Costa. “El Quillay también produce otros servicios como paisaje, restauración y conservación de suelos y una miel que es especialmente valorada en el mercado”, señala. (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2006)

La obtención de las saponinas del Quillay posee un interés a nivel internacional, lo que permite la investigación y desarrollo de la cosecha, la extracción del principio activo y las contribuciones que éste tiene para nuevas necesidades y productos. Es así como Arrau investigó sobre las propiedades antiinflamatorias y analgésicas, además del nivel de toxicidad de compuestos químicos presentes en *Quillaja saponaria* (Arrau, 2012), concluyendo que el producto de la hidrólisis es muy buena fuente de ácido quillaico, el cual es un triterpeno con excelente actividad analgésica para dolores agudos y crónicos, logrando establecer un procedimiento que disminuye el tiempo de hidrólisis requerido para la extracción máxima de sustancias desde la biomasa de *Quillaja saponaria*. Además, asegura que las sustancias extraídas no presentan toxicidad aguda por vía oral. Junto a otros resultados, justifica futuras investigaciones sobre estos productos y su actividad analgésica y antiinflamatoria junto con la manera de administración favorable.

Para finalizar, destaca un proyecto Fondef a cargo de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad Mayor con el objetivo de mejorar la especie genéticamente para lograr en el futuro un abastecimiento más seguro y estandarizado de biomasa de quillay, lo que permitirá reducir los costos de producción, aumentar la calidad de sus productos y diversificar su mercado (Terra, 2012).

4.5 Referencias bibliográficas

Arrau Barra, S. (2012). *Evaluación Del Efecto Analgésico Y Tóxico Del Extracto Acuoso De Corteza De Quillay, Ácido Quillaico Y Derivados*. Santiago: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas.

Benedetti, S., Delard, C., & Roach, F. (Abril de 2000b). Quillay: Una alternativa multipropósito para la zona central. Santiago, Chile: INFOR.

Benedetti, S., Delard, C., Roach, F., & Gonzalez, M. (2000a). *Monografía de Quillaja Saponaria. Proyecto de desarrollo de las comunas pobres de la zona de secano (Prodecop-Secano)*. Santiago: INFOR.

CCBOL GROUP S.R.L. (2012). *CCBOL GROUP S.R.L.* Obtenido de <http://ccbolgroup.com/Quillay.html>

El Mercurio. (14 de Abril de 2003). El Quillay no sólo sirve para matar polillas. *Diario El Mercurio*, pág. 11.

La Cuarta. (18 de Abril de 2002). Científicos crían plumíferos sanitos con alimentación balanceada y libre de harina de pescado. *Diario La Cuarta*, pág. 8.

Natural Response. (s.f.). *El Quillay y las saponinas*. Recuperado el 11 de Enero de 2013, de <http://www.naturalresponse.cl/NR/node/17>

Pontificia Universidad Católica de Chile. (30 de Noviembre de 2006). *La Facultad de Agronomía UC trabaja con la especie nativa que se usa para extraer saponinas. Estudian el crecimiento del Quillay para promover su cultivo*. Obtenido de Noticias UC:

<http://www6.uc.cl/comunicaciones/site/noticias/ficha/pub1907.htm>

Reyes, M. d. (2006). *Caracterización del desarrollo de rebrotes de diferentes edades, en un monte bajo clareado de Quillay (Quillaja saponaria Mol.), en el secano interior de la VI Región*. Santiago: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.

San Martín Gamboa, R. (2003). *Patentesonline.cl*. Obtenido de roceso de produccion de extracto de Quillay de alta pureza basado en el uso de toda la biomasa que comprende astillar la madera, extraer los solidos, purificar el extracto, filtrar la mezcla y concentrar el extracto de la etapa de filtracion y pasteurizar: <http://www.patentesonline.cl/proceso-de-produccion-de-extracto-de-Quillay-de-alta-pureza-basado-en-el-uso-de-toda-42863.html>

San Martín, R., & San Martín, M. (1996). *Patentesonline.cl*. Obtenido de Procedimiento para producir saponinas de color blanco a partir de madera de

Quillay: http://www.patentesonline.cl/procedimiento-para-producir-saponinas-de-color-blanco-a-par-tir-de-madera-de-Quillay-44776.html#wide_ads

Sfeir, J. L. (1990). *Evaluación de la fitomasa y metabolitos de interés comercial en Boldo (Peumus boldus Mol.), Quillay (Quillaja saponaria Mol.) y Eucalipto (Eucalyptus spp.) en la VII Región*. Santiago: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.

Terra. (21 de Noviembre de 2012). *Impulsan proyecto que mejora genéticamente el quillay para industria farmacéutica y cosmética*. Recuperado el 30 de Enero de 2013, de Noticia Nacional: <http://noticias.terra.cl/nacional/impulsan-proyecto-que-mejora-geneticamente-el-quillay-para-industria-farmaceutica-y-cosmetica,569e144ae5e1b310VgnCLD2000000dc6eb0aRCRD.html>

Valdebenito, G., Kahler, C., Aguilera, M., Larraín, O., Sotomayor, Á., García, E., y otros. (Diciembre de 2011). *Gestión Forestal*. Recuperado el 28 de Enero de 2013, de Estadísticas de Exportación Productos Forestales no Madereros en Chile: <http://www.gestionforestal.cl:81/pfnm/estadisticas/estadisticas.htm>

Vidal, M. (1945). *Estudio Químico y obtención de saponinas del Quillay*. Santiago: Facultad de Química y Farmacia. Universidad de Chile.

Vita, A. (1974). *Boletín técnico n° 28: Algunos antecedentes para la Silvicultura del Quillay (Quillaja saponaria Mol.)*. Santiago: Universidad de Chile.

5 Gestión y Comercialización

5.1 Caracterización del mercado nacional

De Conchard (1997) declara que la demanda nacional de saponina se limita a satisfacer sus necesidades con pequeñísimas cantidades que son importadas debido, principalmente, a una falta de confianza y de estandarización de los productos fabricados en el país. Sin embargo, Lazcano (2003) afirma que el mercado interno del extracto de quillay se presenta como un mercado atractivo, principalmente por las altas barreras que dificultan la entrada de mas empresas a la industria y las bajas barreras de salida, que evitan el grado de inversión en infraestructura y inversiones riesgo.

En la industria interna existe un participante que tiene el 100% del mercado obteniendo ventas superiores a los US\$ 3.000.000, donde el mercado nacional se constituye con alrededor del 30% de los ingresos (Lazcano, 2003).

5.2 Caracterización del mercado Internacional

Durante los últimos años, dentro de las estadísticas de Productos Forestales no Madereros se han registrado exportaciones de distintos productos de quillay: en mayor medida corteza y extractos y, en menor medida, otros productos como el pulverizado, aceites esenciales, etc. El principal producto exportado de los anteriormente mencionados, son los extractos de saponinas (INFOR, 2012b). En la figura 3 se presentan los ingresos en millones de dólares por año desde el 2007 al 2011. Los principales países importadores de saponinas o corteza son Estados Unidos, México, Suiza, Turquía e Italia, los que constituyen entre el 70% y casi el 90% del poder comprador.

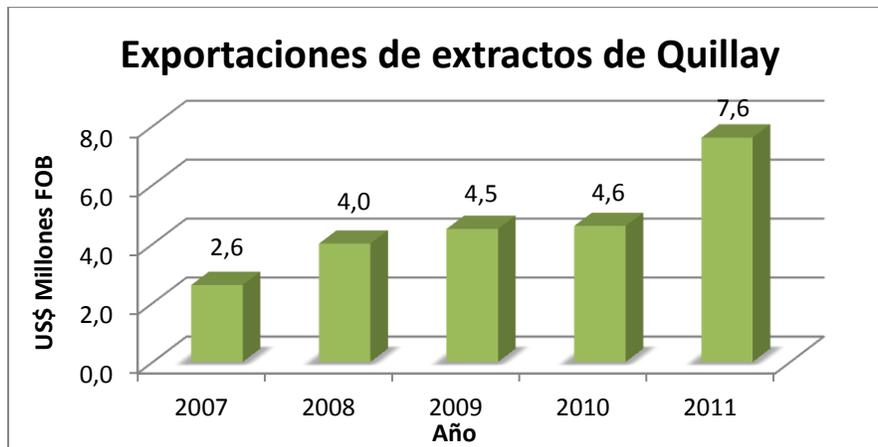


Gráfico 1. Exportaciones de Quillay para los años del 2007 al 2011 en Millones de Dólares *free on board*.

Fuente: INFOR, 2012b

Las exportaciones chilenas de extractos de quillay para el primer semestre del 2012 alcanzaron un monto de US\$ 3,8 millones, aumentando un 13% en relación a enero-junio de 2011, logrando una participación de 12,2% del monto total de PFNM exportados (INFOR, 2012b), tal como se muestra en la figura 4.

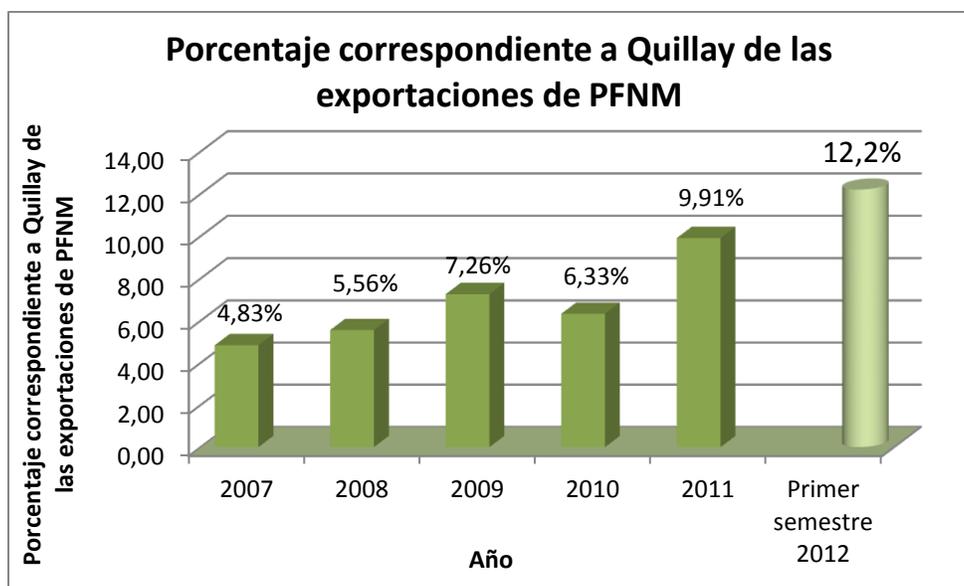


Gráfico 2. Porcentaje correspondiente a Quillay de las exportaciones de PFNM para los años del 2007 al 2011 y el primer semestre del año 2012.

Fuente: INFOR, 2012b

Al observar la tendencia de los volúmenes y precios medios de exportación de los extractos durante los últimos años (Figura 5), se aprecia que en el año 2008 el precio de exportación se mantuvo similar al obtenido en 2007, mientras que el volumen aumentó más del 50% respecto del año anterior. Por el contrario, en 2009 se registró una caída de 11,8% en el volumen, y el precio experimentó un alza de 27,7%, mientras que los años 2010 y 2011, el comportamiento de ambas variables es similar (INFOR, 2012b).

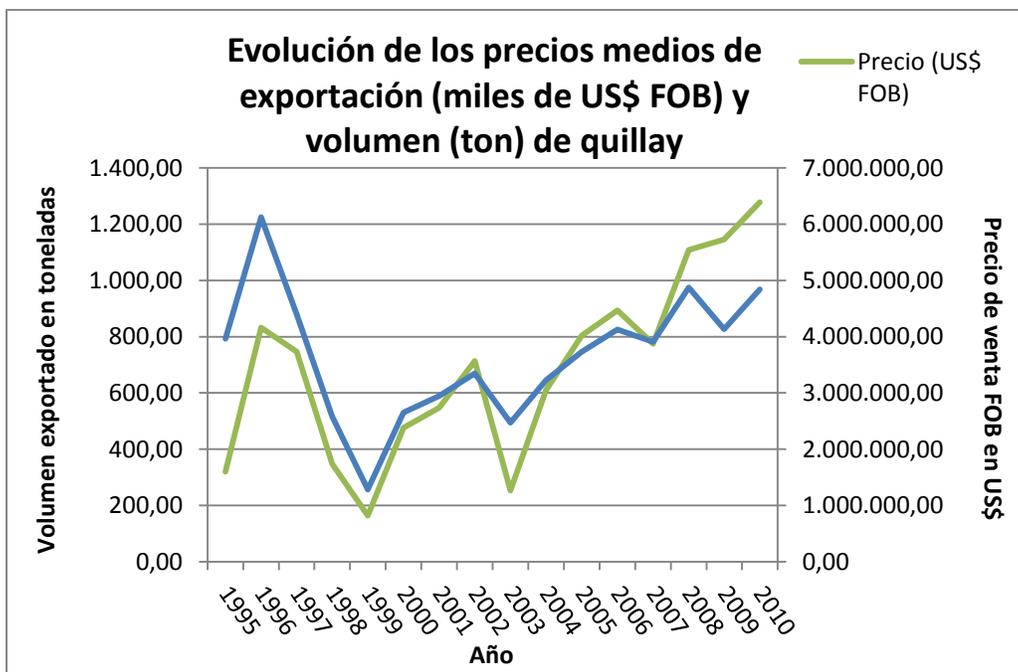


Gráfico 3. Evolución de precios (dólares) y volúmenes (toneladas) medios de exportación para el período comprendido entre 1995 y 2010.

Fuente: (Valdebenito *et al.*, 2011)

5.6 Referencias Bibliográficas:

de Conchard, P. (1997). *Estudio de mercado de la corteza y saponina del Quillay (Quillaja saponaria Mol.) y perspectivas de desarrollo futuro*. Santiago: Universidad de Chile. Facultad de ciencias Agrarias y Forestales.

INFOR. (Septiembre de 2012b). Productos Forestales no Madereros. *Boletín n° 13*. Santiago, Chile: INFOR. Ministerios de Agricultura.

Lazcano, R. (2003). *Análisis de la Industria de Extractos de Quillay en Chile*. Talca: Escuela de Administración. Universidad de Talca.

Valdebenito, G., Kahler, C., Aguilera, M., Larraín, O., Sotomayor, Á., García, E., y otros. (Diciembre de 2011). *Gestión Forestal*. Recuperado el 28 de Enero de 2013, de Estadísticas de Exportación Productos Forestales no Madereros en Chile: <http://www.gestionforestal.cl:81/pfnm/estadisticas/estadisticas.htm>

6. Bibliografía General

Apablaza, J., & Urra, F. (2004). Insectos y otros artrópodos en quillay. *Agronomía y Forestal UC*, v.6, n.22 , 12-14.

Arrau Barra, S. (2012). *Evaluación Del Efecto Analgésico Y Tóxico Del Extracto Acuoso De Corteza De Quillay, Ácido Quillaico Y Derivados*. Santiago: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas.

Benedetti, S., Delard, C., Roach, F., & Gonzalez, M. (2000). *Monografía de Quillaja Saponaria. Proyecto de desarrollo de las comunas pobres de la zona de secano (Prodecop-Secano)*. Santiago: INFOR.

CCBOL GROUP S.R.L. (2012). *CCBOL GROUP S.R.L.* Obtenido de <http://ccbolgroup.com/quillay.html>

CONAF. (1989). *Investigación y desarrollo de áreas silvestres. Zonas áridas y semiáridas de Chile. Problemas fitosanitarios en algunas especies del tipo forestal esclerófilo*. Santiago: CONAF.

Cruz, G., & Palma, C. (1999). *Distribución nacional del Quillay. Proyecto FONDEF D97-I2010 Manejo forestal y uso industrial del Quillay*. Santiago. Chile: Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile.

de Conchard, P. (1997). *Estudio de mercado de la corteza y saponina del Quillay (Quillaja saponaria Mol.) y perspectivas de desarrollo futuro*. Santiago: Universidad de Chile. Facultad de ciencias Agrarias y Forestales.

El Mercurio. (14 de Abril de 2003). El Quillay no sólo sirve para matar polillas. *Diario El Mercurio* , pág. 11.

Escobar, L. (2000). Ficha Forestal. Quillay. Quillaja saponaria Mol. *Chile Forestal*, n.279 , 37-38.

Gajardo, R. (1992). *La Vegetación Natural de Chile. Proposición de un sistema de clasificación y representación de la distribución geográfica*. Santiago: Universidad de Chile.

Gajardo, R. (1994). *La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica*. Editorial Universitaria.

Gotor, B. (2008). *Caracterización y comparación anatómica de hojas de Peumo (Cryptocarya alba (Mol.) Looser) y Quillay (Quillaja saponaria Mol.) sometidas a condiciones de riego permanente y de restricción hídrica*. Santiago. Chile: Escuela de ciencias forestales. Departamento de Silvicultura. Universidad de Chile.

Hoffmann, A. (1978). *Flora Silvestre de Chile. Zona Central: Una guía para la identificación de las especies vegetales más frecuentes*. Santiago. Chile: El Mercurio.

Hube, C. (14 de Noviembre de 2008). Alternativas de producción bosque esclerófilo Viña los Vascos (VI Región). *Seminario de Bosque Nativo: ¿Una oportunidad real de diversificar la actual oferta forestal de Chile?* Concepción, Chile: Organiza: Corma Sede Los Ríos – Los Lagos, con el patrocinio del Departamento de Bosque Nativo, Santiago.

INFOR. (Septiembre de 2012b). Productos Forestales no Madereros. *Boletín n° 13* . Santiago, Chile: INFOR. Ministerios de Agricultura.

INFOR. (Abril de 2000). Quillay: Una alternativa multipropósito para la zona central. Santiago, Chile: INFOR.

INFOR. (16 de Enero de 2012a). Recursos Genéticos Forestales. Fichas técnicas de propagación de especies nativas. *Quillay. Quillaja saponaria* . La Serena, Chile: INFOR, Ministerio de Agricultura.

Instituto Forestal. (s.f.). *Normativa y Regulaciones Productos Forestales no Madereros*. Recuperado el 26 de Diciembre de 2012, de <http://www.gestionforestal.cl:81/pfnm/politicayfomento/normativa/legislacionnacion al.htm>

La Cuarta. (18 de Abril de 2002). Científicos crían plumíferos sanitos con alimentación balanceada y libre de harina de pescado. *Diario La Cuarta* , pág. 8.

Lagos, J. (1998). *Antecedentes bibliográficos de Quillay (Quillaja saponaria Mol.) y estudio de un bosque natural ubicado en la provincia del Bio bio*. Concepción. Chile: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Concepción.

Lazcano, R. (2003). *Análisis de la Industria de Extractos de Quillay en Chile*. Talca: Escuela de Administración. Universidad de Talca.

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* .

Maldonado, F. (1967). *Rendimiento en corteza de Quillay (Quillaja saponaria Mol.) Zona de Valparaíso*. Santiago: Facultad de Agronomía. Universidad de Chile.

Martcorena, C., & Quezada, M. (1985). Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 42 , 5-157.

Mera, E. (1990). *Propagación vegetativa en Quillay (Quillaja saponaria Mol.)*. Memoria de título. Chillán. Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas Veterinarias y Forestales. .

Natural Response. (s.f.). *El Quillay y las saponinas*. Recuperado el 11 de Enero de 2013, de <http://www.naturalresponse.cl/NR/node/17>

Navarrete, A. (2006). *Estado de desarrollo ex-situ de quillay (Quillaja saponaria Mol.), keule (Gomortega keule (Mol.) Baillon) y belloto del sur (Beilschmiedia berteriana (gay) Kosterm.) en Valdivia*. Valdivia. Chile: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile.

Neuenschwander, A. (1965). *Contribución al estudio anatómico de la corteza de Quillay (Quillaja saponaria Mol.) y recomendaciones sobre su explotación*. Santiago. Chile: Facultad de Agronomía. Universidad de Chile.

Núñez, Y. (2006). *Crecimiento en un Bosque raleado de Quillaja saponaria Mol., en la VI Región*. Santiago: Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

Peña, L. (1996). *Introducción a los insectos de Chile*. Santiago: Editorial Universitaria S.A.

Pontificia Universidad Católica de Chile. (30 de Noviembre de 2006). *La Facultad de Agronomía UC trabaja con la especie nativa que se usa para extraer saponinas. Estudian el crecimiento del quillay para promover su cultivo*. Obtenido de Noticias UC: <http://www6.uc.cl/comunicaciones/site/noticias/ficha/pub1907.htm>

Reyes, M. d. (2006). *Caracterización del desarrollo de rebrotes de diferentes edades, en un monte bajo clareado de Quillay (Quillaja saponaria Mol.), en el secano interior de la VI Región*. Santiago: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.

San Martín Gamboa, R. (2003). *Patentesonline.cl*. Obtenido de roceso de produccion de extracto de quillay de alta pureza basado en el uso de toda la biomasa que comprende astillar la madera, extraer los solidos, purificar el extracto, filtrar la mezcla y concentrar el extracto de la etapa de filtracion y pasteurizar: <http://www.patentesonline.cl/proceso-de-produccion-de-extracto-de-quillay-de-alta-pureza-basado-en-el-uso-de-toda-42863.html>

San Martín, R., & San Martín, M. (1996). *Patentesonline.cl*. Obtenido de Procedimiento para producir saponinas de color blanco a partir de madera de quillay: http://www.patentesonline.cl/procedimiento-para-producir-saponinas-de-color-blanco-a-par-tir-de-madera-de-quillay-44776.html#wide_ads

Servicio Agrícola y Ganadero. (s.f.). *SAG - Flora (copihues, palma chilena y quillay)*. Recuperado el 27 de Diciembre de 2012, de [http://historico.sag.gob.cl/OpenDocs/asp/pagDefaultGabineteSuperior.asp?boton=Doc43&argInstanciald=43&argCarpetald=816&argTreeNodosAbiertos=\(\)&argTreeNodoSel=&argTreeNodoActual=&argRegistroid=5944](http://historico.sag.gob.cl/OpenDocs/asp/pagDefaultGabineteSuperior.asp?boton=Doc43&argInstanciald=43&argCarpetald=816&argTreeNodosAbiertos=()&argTreeNodoSel=&argTreeNodoActual=&argRegistroid=5944)

Sfeir, J. L. (1990). *Evaluación de la fitomasa y metabolitos de interés comercial en Boldo (Peumus boldus Mol.), Quillay (Quillaja saponaria Mol.) y Eucalipto (Eucalyptus spp.) en la VII Región*. Santiago: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.

Terra. (21 de Noviembre de 2012). *Impulsan proyecto que mejora genéticamente el quillay para industria farmacéutica y cosmética*. Recuperado el 30 de Enero de 2013, de Noticia Nacional: <http://noticias.terra.cl/nacional/impulsan-proyecto-que-mejora-geneticamente-el-quillay-para-industria-farmaceutica-y-cosmetica,569e144ae5e1b310VgnCLD2000000dc6eb0aRCRD.html>

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*. Santiago: INFOR, INDAP y CONAF .

Valdebenito, G., Kahler, C., Aguilera, M., Larraín, O., Sotomayor, Á., García, E., y otros. (Diciembre de 2011). *Gestión Forestal*. Recuperado el 28 de Enero de 2013, de Estadísticas de Exportación Productos Forestales no Madereros en Chile: <http://www.gestionforestal.cl:81/pfnm/estadisticas/estadisticas.htm>

Valenzuela, L. (2007). *Evaluación de un ensayo de riego y fertilización de quillay (Quillaja saponaria Mol.), en la comuna de San Pedro, Provincia de Melipilla, Región Metropolitana*. Santiago: Universidad de Chile.

Vidal, M. (1945). *Estudio Químico y obtención de saponinas del Quillay*. Santiago: Facultad de Química y Farmacia. Universidad de Chile.

Vita, A. (1974). *Boletín técnico n° 28: Algunos antecedentes para la Silvicultura del Quillay (Quillaja saponaria Mol.)*. Santiago: Universidad de Chile.

Vita, A. (1996). *Los tratamientos silviculturales*. Santiago. Chile: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.

Vita, A. (1966). *Reforestación por siembra directa con Quillay (Quillaja saponaria Mol.) y Peumo (Cryptocarya alba (Mol.) Looser)*. Tesis Ingeniería Forestal. Santiago. Chile: Facultad de Agronomía. Universidad de Chile.

Wrann, J., & Infante, P. (1988). Método para el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus camaldulensis* y *Quillaja saponaria* en la zona árida de Chile. *Ciencia e investigación forestal*. Vol. 2 N° 3, 13-25.