

**Universidad de Concepción
Departamento Forestal
Unidad Académica Los Angeles**



**Recopilación bibliográfica sobre el proceso de erosión en
Chile y la factibilidad del uso de Quillaja saponaria en
suelos degradados**

Manuel Arnaldo Torres Acuña

**SEMINARIO PARA OPTAR AL TITULO DE
TECNICO UNIVERSITARIO FORESTAL**

**Los Angeles - Chile
2001**

Universidad de Concepción
Departamento Forestal
Unidad Académica Los Angeles



**Recopilación bibliográfica sobre el proceso de erosión en
Chile y la factibilidad del uso de Quillaja saponaria en
suelos degradados**

Manuel Arnaldo Torres Acuña

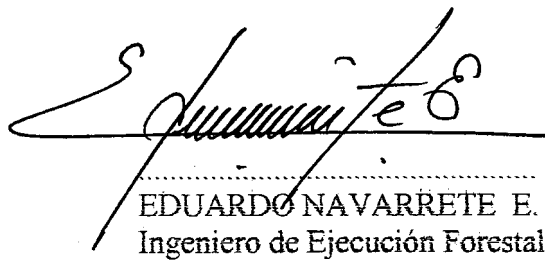
**SEMINARIO PARA OPTAR AL TITULO DE
TECNICO UNIVERSITARIO FORESTAL**

**Los Angeles - Chile
2001**

RECOPILACIÓN BIBLIOGRAFICA SOBRE EL PROCESO DE EROSION EN CHILE
Y LA FACTIBILIDAD DEL USO DE Quillaja saponaria EN SUELOS DEGRADADOS

Aprobado por:

Profesor guía:



EDUARDO NAVARRETE E.
Ingeniero de Ejecución Forestal

Director Departamento Forestal



FABIAN MILLA ARANEDA
Ingeniero Forestal

A MIS PADRES, ESPOSA E HIJAS; PAULA Y CATALINA

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION.....	1
2. EROSION.....	4
2.1 Presencia en Chile.....	4
2.2 Prevención de erosión.....	10
2.3 La vegetación en el control de erosión.....	13
2.4 Cobertura arbórea y arbustiva.....	17
3. ANTECEDENTES DE LA ESPECIE <u>Quillaja saponaria</u>	19
3.1 Distribución geográfica.....	19
3.2 Consideraciones ecológicas.....	20
3.3 Antecedentes silviculturales.....	23
3.3.1 Regeneración natural.....	23
3.3.2 Regeneración artificial.....	23
3.3.3 Información dasométrica y volumétrica.....	35
3.4 Principales usos de <u>Quillaja saponaria</u>	36
3.4.1 Importancia económica del Quillay.....	36
3.4.2 Utilización de los productos derivados del Quillay.....	38
Leña	38
Carbón.....	38
Corteza.....	39
Saponina.....	39
Miel.....	40
Ornamentación.....	42
3.4.3 Explotación del recurso.....	42
Principales países importadores.....	43
Utilización total del árbol para obtención de saponina.....	44
3.5.- Políticas de Manejo y Legislación.....	49
4.- CONSIDERACIONES FINALES.....	51

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tipos de erosión presente en Chile (Gráfico).....	8
Figura 2. Suelos afectados por procesos erosivos en la comuna de Florida.....	9
Figura 3. Protección de laderas en la sexta región	11
Figura 4. Cultivo en contornos en la cuarta región	12
Figura 5. Suelos afectados con cárcavas por falta de vegetación.....	14
Figura 6. Distribución de Quillay en Chile según dominancia de la especie.....	20

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Distribución de áreas erosionadas por regiones (en miles de hectáreas).....	5
Cuadro 2. Factores y causas más comunes de degradación del suelo por erosión en las grandes regiones naturales del país.....	6
Cuadro 3. Superficie de las formaciones vegetales según la dominancia de Quillay en hectáreas.....	22
Cuadro 4. Tratamientos del ensayo “Prendimiento y desarrollo en altura del Quillay.....	25
Cuadro 5. Porcentajes de supervivencia y alturas medias, por tratamiento y método de producción de plantas.....	26
Cuadro 6. Prendimiento y desarrollo alcanzado por las plantas después de 10 meses; proyecto Fondef.....	30
Cuadro 7. Resultados por tratamiento por planta en speedling, proyecto Conaf.....	32
Cuadro 8. Resultados por tratamiento plantas en maceta, proyecto Conaf	32
Cuadro 9. Porcentaje relativo de saponina y biomasa para los diferentes componentes del árbol.....	45

Cuadro 10. Comparación de superficie a intervenir mediante la explotación de corteza de Quillay versus explotación de biomasa total (corteza, fuste, ramas).....	47
Cuadro 11. Comparación entre el manejo para producción de corteza y biomasa	48

1. INTRODUCCION

El suelo constituye el medio natural sobre el cual se desarrollan la mayoría de los seres vivos. La degradación de este recurso, ya sea por la pérdida de fertilidad, contaminación o erosión, implica una baja en el estándar de vida de los individuos que en él crecen. El hombre no está ajeno a ello, muy por el contrario, depende de las condiciones ambientales para tener un desarrollo económico y social que le permita vivir en condiciones confortables. Su verdadero nivel de vida está relacionado frecuentemente por la calidad de los suelos, lo que define la clase y calidad de plantas y animales que crecen en ellos.

La desertificación se define como la degradación de las tierras de zonas semiáridas, áridas y subhúmedas secas, resultante de diversos factores tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas. A su vez, la degradación de las tierras se entiende como la reducción de su productividad biológica o económica, debido a procesos tales como la erosión hídrica y eólica del suelo, la salinización de éste, la reducción de la materia orgánica, y el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo, junto a la pérdida duradera de la vegetación natural (Conaf, 1997; Peña, 1995).

Los efectos de este flagelo son la pérdida y reducción de la biodiversidad, disminución de los rendimientos de las cosechas, salinificación y sodificación, erosión hídrica y eólica, sedimentación y embancamiento, sequías recurrentes, pobreza y migración rural. En Chile, las personas afectadas por la desertificación son del orden del millón y medio (Conaf, 1997).

En la actualidad, el proceso de desertificación va en aumento, afectando la calidad de vida de la población. Otros datos importantes de evaluar al momento de enfrentar este problema son, que de la superficie total del país afectada por la desertificación, el 80,5 % aproximadamente presenta niveles de erosión moderado a muy graves, lo que significa que estos suelos han perdido entre 40 y el 100 % de su profundidad total; además, entre las regiones IV y VIII, los suelos graníticos de lomajes altamente erosionables, constituyen justamente la unidad geomorfológica donde la erosión ha sido más dramática (Conaf, 1997).

La finalidad principal de la cubierta vegetal en la región central semiárida, es la protección del suelo, obteniéndose así un abastecimiento más regular de agua durante todo el año en las cuencas hidrográficas, para los terrenos de secano inmediatos y produciendo, por otra parte, madera, corteza, carbón, leña y otros beneficios. La función social de la cubierta arbórea es de gran importancia también (Fuentes, 1988).

El rápido exterminio de los bosques nativos es especialmente grave en la región central del país, por constituir una zona crítica para el desarrollo de masas forestales, debido a sus escasas precipitaciones en invierno y altas temperaturas en verano. Una de las especies forestales nativas más importantes de la zona semiárida de Chile es la especie Quillaja saponaria, debido a su amplia distribución y capacidad para desarrollarse en regiones de escasa pluviosidad, que la hacen apta para ser establecida en suelos cuyo único uso alternativo está dado por prácticas de ganadería extensiva. Estas características le otorgan a la especie una gran importancia en la producción de bienes y servicios dentro de estas regiones (Prado, 1978).

Además de su importancia como especie protectora del suelo, agua y vida silvestre, el Quillay tiene potencialmente una gran significación económica, como especie de la cual se obtienen productos tales como leña, madera para usos menores, carbón, y muy especialmente corteza para obtener saponina, producto de amplia aplicación industrial y de interesante demanda en los mercados internacionales. Además, en los últimos años se ha desarrollado el área apícola en nuestro país, en donde el Quillay realiza un importante aporte, ya que sus flores producen gran cantidad de néctar o materia prima para su industria.

El objetivo principal de esta recopilación bibliográfica es analizar la factibilidad de la especie Quillaja saponaria como alternativa para ser establecida en suelos degradados o en proceso de desertificación en la zona árida y semiárida de Chile, con el fin de recomendar y promover su uso en los predios de la región del Bio-Bio, donde se ven evidencias de erosión y de los cuales no se obtienen beneficios económicos; ya que Quillaja saponaria se presenta como una especie apta para desarrollarse en suelos degradados, al resistir largos periodos de sequía, no requerir gran cantidad de nutrientes y cumplir la doble función de proteger el suelo con su follaje de hojas persistentes, aportar materia orgánica al suelo, además de permitir obtener beneficios económicos a través de subproductos que esta especie entrega con un debido manejo, de manera que siga cumpliendo con la protección del suelo. Además al promover el uso de Quillaja saponaria se quiere aportar a mantener la biodiversidad, tan necesaria para el equilibrio biológico de las especies.

2.- EROSION

2.1 PRESENCIA EN CHILE

La presencia de las zonas áridas y semiáridas con problemas de desertificación en el territorio nacional se pueden reconocer desde el límite norte hasta la parte sur de la región del Maule (Conaf, 1998).

El único estudio que hasta el momento cubre la mayor parte del territorio continental de Chile, fue realizado el año 1979 por el Instituto de Investigación de Recursos Naturales. Mediante el análisis de imágenes, se delimitaron a escala 1:500.000, unidades homogéneas en cuanto a morfología, clima, cobertura vegetal y uso actual. Sobre esta base se determinaron diversos niveles de erosión, indistintamente de los factores y de la mecánica que caracterizan a los diferentes procesos erosivos, como así mismo sin discriminar si estos son activos o están en vías de estabilizarse (Conama, 1994).

En Chile, el proceso de desertificación se expresa en mayor magnitud en las siguientes macrozonas agroecológicas: La precordillera de la I y II región; la faja costera de la I y IV región; las áreas ocupadas por las comunidades agrícolas de la III y IV región; el secano costero de la V a la VIII región; la precordillera andina de la VI a la VIII región y la zona degradada de la X y XI región (Conaf, 1996).

La distribución de las tierras erosionadas del país no es regular, siendo posible encontrar tanto áreas escasamente erosionadas, así como sectores en los cuales las pérdidas físicas y la capacidad productiva del suelo son prácticamente irrecuperables. Conforme al catastro del IREN (1979), en el *Cuadro 1* se relacionan la superficie afectada y la intensidad del proceso erosivo en cada una de las regiones del país.

Cuadro I.- Distribución de áreas erosionadas por regiones (en miles de hectáreas).

<u>REGION</u> (superficie)			AREA ESTU DIADA	EXTRE MA FRAGI LIDAD	NIVEL DE EROSION				% EROSIO NADO
					MUY GRAVE	GRAVE	MODERA DA	LEVE	
I	Tarapacá	(5.807,2)	2.539,0	1.177,0	38,7	1.027,4	1.116,1	356,8	43
II	Antofagasta	(12.530,6)	2.681,6	1.468,3	-	1.435,2	1.120,1	126,3	21
III	Atacama	(7.826,8)	2.648,1	2.572,3	1.056,2	152,2	809,3	630,4	35
IV	Coquimbo	(3.964,7)	3.459,6	2.944,8	-	654,3	1.425,7	1.379,6	85
V	Valparaíso	(1.637,8)	893,7	274,4	51,1	231,8	146,8	464,0	55
Reg.	Metropolit	(1.578,2)	558,9	407,5	95,2	387,8	58,8	17,1	36
VI	O'Higgins	(1.595,0)	973,4	289,2	188,4	554,4	210,6	20,0	61
VII	Maule	(3.051,8)	1.538,0	448,1	152,4	662,4	686,6	36,6	51
VII	Bío Bío	(3.600,7)	2.362,1	128,5	175,7	818,5	1.167,5	200,4	66
IX	Araucanía	(3.247,2)	2.478,1	494,6	65,8	809,4	1.533,3	69,6	76
X	Los Lagos	(6.903,9)	4.846,1	902,2	401,9	620,9	1.628,4	2.194,9	66
XI	Aysén	(10.715,3)	4.624,5	506,4	145,2	909,9	2.179,5	1.389,9	45
XII	Magallanes	(11.231,0)	4.887,7	422,5	-	900,0	3.463,5	524,2	37
Total		75.490,6		12.036	2.370,6	9.164,2	15546,2	7.409,8	46
Porcentaje			100,0	34,9	6,9	26,6	45,0	21,5	-

Fuente: Fragilidad de los Ecosistemas Naturales de Chile, Instituto Nacional de Investigación de Recursos Naturales (IREN), CORFO, Santiago (1979).

Por otra parte, los factores y causas más comunes de degradación por erosión del recurso suelo se incluyen en el *Cuadro 2*.

Cuadro 2.- Factores y causas más comunes de degradación del suelo por erosión en las grandes regiones naturales del país.

GRANDES REGIONES NATURALES	TIPOS DE EROSIÓN	FACTORES Y CAUSAS MÁS COMUNES, NATURALES Y ANTRÓPICAS
Norte grande y chico: I a III Regiones; cordones y estribaciones en la IV Región	- Eólica - Hídrica en la zona altiplánica - Geológica en cordillera y sierras	- Topografía de montaña, pendientes fuertes - Suelos erosionables (texturas livianas, agregación débil) - Sobreutilización de praderas, recursos cespitosos y arbustivos - Aumento de población ganadera (camélidos, caprinos, ovinos) - Ingresos/superficie predial insuficiente
CORDILLERA DE LA COSTA Y PLANICIES	- Hídrica y eólica - Formación de dunas litorales	- Topografía de cerros y lomajes - Suelos fácilmente erosionables (permeabilidad lenta, sustrato granítico frágil) - Tala de matorral semidesértico (leña, carbón) - Sobreutilización de praderas, aumento de población ganadera - Cultivo deambulante de cereales en suelos no arables - Ingresos/superficie predial no suficiente
a) IV Región		
b) V a VIII Región	- Hídrica - Eólica - Formación de dunas litorales	- Topografía de cerros y lomajes - Veranos secos y calurosos, inviernos lluviosos - Suelos fácilmente erosionables (permeabilidad lenta, sustrato granítico frágil) - Tala de bosque esclerófilo (leña y carbón) - Algunas actividades forestales productivas - Incendios y quemados forestales, de pastizales, y rastrojos agrícolas - Sobreutilización de praderas - Cultivo deambulante de cereales en suelos no arables - Ingresos/superficie predial no suficiente
c) IX-X Regiones	- Hídrica - Eólica en sector costero	- Topografía de cerros y lomajes - Explotación indiscriminada de bosque nativo - Habilitación de suelos de aptitud forestal para agricultura y ganadería (tala rasa, quema)

GRANDES REGIONES NATURALES	TIPOS DE EROSIÓN	FACTORES Y CAUSAS MÁS COMUNES, NATURALES Y ANTRÓPICAS
PRECORD. ANDINA a) V Región y Región Metropolitana	- Hídrica	- Topografía de cerros, pendientes fuertes - Suelos erosionables (delgados sobre roca) - Tala de matorral y de bosque esclerófilo andino (leña y carbón) - Incendios y quemados de matorrales y pastizales
b) VI a X regiones (trumaos)	- Hídrica y eólica	- Topografía de lomajes ondulados/inclinados - Tala de bosques hidrofíticos y mesofíticos - Quema de rastrojos - Cultivos anuales en suelos no arables - Barbecho al descubierto, labranza en sentido de la pendiente
CORDILLERA ANDINA VOLCANICA	- Hídrica y geológica	- Región escasamente estudiada
CERROS Y LOMAJES DEL LLANO CENTRAL, V a X REGIONES	- Hídrica	- Topografía de cerros, lomajes ondulados - Suelos fácilmente erosionables en la VIII, IX y X (permeabilidad lenta) - Tala de bosque esclerófilo y mesofítico (leña y carbón) - Quema de rastrojos y matorrales - Barbecho al descubierto, labranza en sentido de la pendiente - Cultivo deambulante de cereales en suelos no arables
PATAGONIA, parte sur X, XI, XII Regiones	- Hídrica y eólica	- Cordillera con cumbres escarpadas y mesetas muy desectada en sector occidental - Alta precipitación en la cordillera, intensos vientos en la estepa patagónica - Suelos erosionables en estepa patagónica - Sobreutilización de la pradera - Explotación indiscriminada de bosque nativo - Habilitación de suelos de uso forestal para ganadería (tala o quema)

Fuente: Propuesta. Plan nacional de conservación de suelos. Ministerio de Agricultura Chile, (1994).

La parte sujeta a problemas y procesos de desertificación, mayoritariamente se presenta en la mitad norte del país, mientras que en el resto del país es posible identificar procesos de erosión que también influyen en la pérdida de la productividad del medio natural.

Del total del área estudiada que cubre una superficie de 34,5 millones de hectáreas, su gran mayoría y que corresponde al 46 % de Chile continental, alrededor de 2,4 millones (6,9 %) están erosionadas en forma muy grave; 9,2 millones (26,6 %) por procesos erosivos graves; 15,5 millones (45 %) exhiben daños moderados y 7,4 millones (21,5 %) están afectados levemente (*Figura 1*).

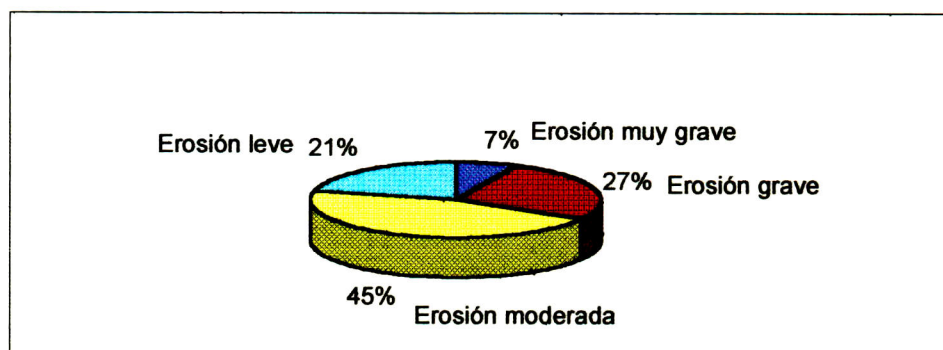


Figura 1. Tipos de erosión presentes en Chile.

Aproximadamente 27 millones de hectáreas del total de la superficie estudiada, están degradadas por procesos muy graves a moderados de erosión hídrica o eólica. Por consiguiente, más de un 75 % de los suelos de secano, ya sea de aptitud agrícola, ganadera o forestal, están afectados por procesos erosivos de consideración. Se estima que muchos de estos suelos han

perdido una parte o la totalidad del horizonte superficial, e incluso parte del subsuelo en los casos de erosión grave o muy grave (Figura 2) (Conama, 1994).

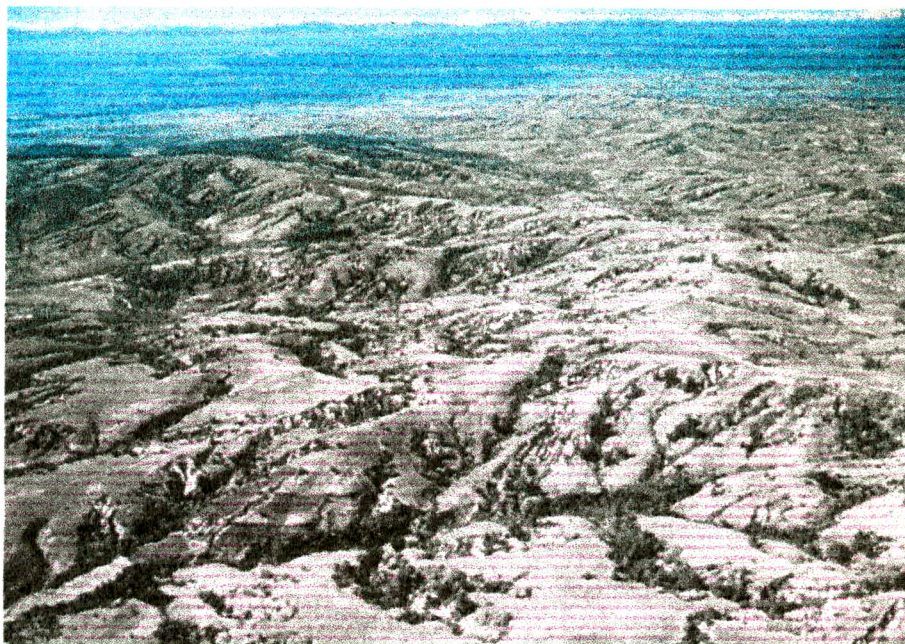


Figura 2 Suelos afectados por procesos erosivos en la comunas de Florida, sector oriente de la Cordillera de la Costa, VIII región

Conforme a los índices de fragilidad determinados por IREN (1979), y a la relación existente entre estos índices y los procesos erosivos; Lagos (1998), concluye en líneas generales, que la mayor parte de los suelos erosionados en forma severa o moderada en los ecosistemas áridos y semiáridos de la zona norte del país, se concentran en los sectores con índices extremos de fragilidad, los que presenta bajos niveles de cobertura vegetal (entre 0-40 %).

Hacia la zona centro sur del país, los suelos afectados por erosión se localizan principalmente en áreas con índices intermedios de fragilidad y cubierta vegetal entre 41 y 80 %. Al sur de la VIII Región, la mayor cantidad de erosión se presenta en sectores con índices inferiores de fragilidad, y por lo

general, con cubierta vegetal de 60 a 80 %. En estas áreas los niveles de erosión moderada y leve son los de mayor relevancia.

Los problemas más importantes de degradación por erosión del recurso suelo en el sector silvoagropecuario, se encuentran en la zona altiplánica, cordones y sierras andinas en el Norte Chico, Cordillera de la Costa, particularmente entre Valparaíso y Concepción, parte de la precordillera andina en la zona centro-sur, lomajes del llano central al sur del río Ñuble y en la estepa patagónica (Conama, 1994).

Desde el siglo XVIII se advierte acerca de las consecuencias que acarrearía la pavorosa destrucción de la masa arbórea y arbustiva que agricultores y colonos realizaban desaprensivamente a lo largo del país.

Hoy día, extensas áreas del país han experimentado cambios increíbles. La casi totalidad de los pueblos de la cordillera de la costa muestran hoy los paisajes profundamente transformados. Sus suelos desarrollados de rocas graníticas y metamórficas, han perdido sus horizontes superficiales y parte o todo el horizonte B, pareciendo suelos decapitados como se les conoce (Fuentes, 1988).

2.2 PREVENCIÓN DE EROSIÓN

Las lluvias ejercen una acción erosiva a través de la energía cinética que disponen las gotas de lluvia. La parte más importante del daño lo ocasiona la energía que se aplica verticalmente sobre la superficie de un terreno. El posterior escurrimiento superficial de las aguas que no se infiltran en el suelo, corresponde a la energía que se aplica en forma paralela a la superficie. Para la

primera forma de energía, se adoptan métodos de control que la interceptan o disipan (*Figura 3*). Este objetivo se cumple con la presencia de vegetación viva o muerta sobre la superficie del suelo.



Figura 3 Protección de ladera con vegetación muerta en la comuna de San Pedro al suroeste en la provincia de Melipilla, Región Metropolitana

Para la energía que se manifiesta en el escurrimiento superficial, los métodos de control se orientan a prevenir la concentración de las aguas y a retardar la velocidad del flujo, efectos que se pueden lograr en mayor o menor grado, mediante el cultivo en contorno, el cultivo en fajas y las terrazas de drenaje (*Figura 4*). Las prácticas de cultivo para controlar la erosión, incluyen el manejo de los cultivos y sus secuencias en las rotaciones, con el propósito de establecer una adecuada cobertura. Se agregan el efecto de diversas modalidades de labranza de conservación, orientadas a facilitar la infiltración del agua en el terreno, de modo de disminuir las pérdidas de suelo.

Frecuentemente corresponden a sistemas en que no se invierte el suelo y se retiene cierta cantidad de residuos protectores sobre la superficie (Conaf,1998).

Todos los sistemas que contemplan la presencia de vegetación o residuos de cosecha sobre la superficie del terreno, han demostrado una alta eficiencia, no sólo para disminuir la acción de las gotas de lluvia, sino también como un excelente medio de control del escurrimiento superficial, evitando su concentración y disminuyendo la velocidad del flujo.



Figura 4 Cultivos en contorno al cerro Pajaritos en la comuna de Illapel IV Región.

El control simultáneo de un conjunto de cárcavas es difícil y de elevado costo. Es mucho más sencilla la aplicación de normas de buen uso y manejo conservacionista del área de drenaje, lo que evita la formación de zanjas (Peña, 1995).

La ausencia de cárcavas en una ladera no es garantía de que no exista erosión hídrica. Puede estar en desarrollo una activa erosión de impacto y flujo

que canalizada, tarde o temprano iniciará la formación de cárcavas. Se debe orientar al control de la causa que genera el problema, esto es reordenar el uso y manejo de los suelos. Se deben eliminar los cultivos de los terrenos clasificados como VI y VII de capacidad de uso, mantener los suelos de clase VI bajo cobertura de praderas permanentes; destinar los suelos de clase VII a praderas naturales o forestales; cambiar la división de potreros en el campo y el trazado de caminos donde sea necesario, aplicar técnicas de control de erosión en los suelos de clase II, III y IV (USDA, 1993; citado por Peña, 1995).

González (1996) enumera las siguientes medidas que contribuyen a la detención del proceso erosivo:

- a) Nunca realizar cultivos en dirección de la pendiente.
- b) Reforestar inmediatamente en caso de incendio forestal.
- c) Seleccionar aquellos lugares donde se da alimentación al ganado.
- d) Ocupar el suelo de acuerdo a su capacidad de uso.
- e) Impedir que en suelos fácilmente erosionables se concentre agua.
- f) Aplicar paja o estiércol sobre los caminos de pendiente.
- g) Realizar mediciones permanentes de pérdida de suelo.

2.3.- LA VEGETACION EN EL CONTROL DE EROSION

La vegetación puede contribuir a frenar el desgaste del relieve. Por un lado, la hojarasca y el follaje reducen la velocidad y, por lo tanto, la energía de las gotas de agua que impactan sobre el sustrato. Por otro lado, los troncos y raíces disminuyen la capacidad de los distintos agentes para transportar materiales. Vale decir, las gotas que caen lo hacen con menos violencia y capacidad de remoción de sustrato, y el agua que escurre, lo hace a menor velocidad y así arrastra menos material particulado. Además, la vegetación reduce efectivamente el potencial erosivo del viento (Fuentes, 1988).

Según Peña (1995), el procedimiento más sencillo y económico para proteger una cárcava, es facilitar una revegetación natural. Esta medida es posible en áreas con adecuada distribución y cantidad de lluvias, ya que en zonas semiáridas o subhúmedas, la formación de una densa cubierta vegetal es muy lenta. Debe construirse además, un cerco alrededor de la zona afectada para excluir por varios años el ingreso de animales. En lo posible se debe complementar esta acción con zonas de desviación.

Peña (1995), argumenta que los árboles son el tipo de vegetación más recomendable para proteger un sector de cárcavas. Producen raíces fuertes, profundas, con abundante aporte de hojas que forman un grueso mantillo, y permiten el desarrollo de otros tipos de vegetación que complementan la cobertura (enredaderas, arbustos y diversas malezas).

La disminución de la cobertura vegetal puede llevar a la formación de cárcavas, si los otros factores tales como topografía, suelos y clima permiten que se produzca este proceso (*Figura 5*) (Fuentes, 1988).



Figura 5 Cárcavas en laderas de cerros de la Cordillera de la Costa VI Región.

La erosión antrópica es la aceleración del proceso natural debido a la acción directa e indirecta por parte del hombre. La actividad humana aumenta las fases de erosión al reducir la cubierta vegetal, ya sea por sobrepastoreo, por desmonte para la obtención de leña o para la agricultura y a través de los incendios. Estas acciones al disminuir la cubierta vegetal aumentan las pérdidas de materiales (Fuentes, 1988).

En casos extremos de desmonte de la vegetación, por ejemplo en laderas con pendientes pronunciadas, este nuevo balance puede significar la pérdida de todo o casi todo el suelo (Fuentes, 1988).

En la actualidad, el proceso de desertificación en aumento, afecta la calidad de vida de la población. Los esfuerzos por realizar labores que permitan revertir la situación de deterioro, se han visto limitadas por las condiciones ambientales, que dificultan los resultados (Conaf, 1997).

González (1996), agrupó en 9 puntos la forma en que la vegetación protege el suelo según distintos autores:

- a) La acción directa de dispersión, intercepción por el follaje y evaporación de gotas de agua de lluvia, que en esa forma no llegan al terreno (Suárez, 1979; citado por González, 1996).
- b) Protección contra la acción del viento (Moder, 1983; citado por González, 1996).
- c) Transpiración de grandes cantidades de humedad, que provienen del subsuelo, a través de los tejidos de las plantas, y de las hojas sobre todo, que

es devuelta de este modo a la atmósfera (Ayres, 1960; citado por González, 1996).

- d) Protección directa contra el impacto de las gotas de lluvia, cobertura constituida por hierbas de apretado crecimiento y de plantaciones, que actúan contra los choques violentos de la lluvia (Suárez, 1979; citado por González, 1996).
- e) Efecto de enlace y ligazón de la red de raíces, que da a la capa superficial del suelo cierto carácter esponjoso (Ayres, 1960; citado por González, 1996).
- f) Penetración de las raíces a través del perfil, las cuales al morir y descomponerse, dejan numerosas cavidades tubulares que aumentan la infiltración y mejoran la aireación del suelo (Suárez, 1979; citado por González, 1996).
- g) Mejoramiento de la estructura del suelo y consiguiente aumento de la infiltración, debido al suministro de materia orgánica (Suárez, 1979; citado por González, 1996).
- h) El efecto de rozamiento superficial aumenta, provocando así una disminución del volumen y velocidad de la escorrentía (Moder, 1983; citado por González, 1996).
- i) Añadidura de humus al suelo, con lo que se facilita la introducción de aire en el mismo, creando así un ambiente más favorable para la actividad de bacterias beneficiosas (Ayres, 1960; citado por González, 1996)

La cobertura herbácea es considerada como auxiliar a la plantación de árboles para el control de erosión. Dependiendo del uso futuro del lugar erosionado, se puede usar cobertura herbácea, como por ejemplo, colector de aguas; siendo de vital importancia, porque evita la acción directa de la gota de lluvia sobre el suelo. Este tipo de vegetación, muchas veces suple costosas estructuras permanentes de albañilería o concreto (Peralta, 1977).

2.4.- COBERTURA ARBOREA Y ARBUSTIVA

Los árboles constituyen la principal vegetación empleada en las zonas con erosión de cárcavas. Producen redes de raíces fuertes, profundas, de amplio despliegue, que ayudan a retener las partículas del suelo (Suárez, 1979; citado por González, 1996). Además de las copas de los árboles quebrantan la fuerza del impacto de las lluvias sobre el suelo, mientras más tupido es el conjunto de árboles, mayor es la protección que ofrecen. Las hojas y ramas que caen en la superficie se descomponen gradualmente, convirtiéndola en una capa de humus la que proporcionará parte de la capa vegetal del suelo, lo cual es sumamente permeable y retiene gran cantidad de humedad (Fao, 1947; citado por González, 1996). Las áreas severamente erosionadas, se deben mantener permanentemente con una cubierta forestal (Peña, 1995).

Con la ocurrencia de lluvias y el agua que se precipita sobre la tierra, el follaje de los árboles, la hojarasca y la vegetación secundaria proporcionan una barrera que disminuye el impacto pluvial y la velocidad que puede alcanzar las escorrentías superficiales (Peña, 1995).

Los arbustos se usan mucho como complementos de otras plantas que escaseen o no se tengan a disposición (Ayres, 1990; citado por González,

1996). También cuando se requiere un rápido cubrimiento, lo más recomendable son los arbustos de la zona, esto es apropiado para cárcavas en un estado avanzado (Moder, 1983; citado por González, 1996).

Los árboles deberían ser tratados en áreas de pendiente pronunciadas, pedregosas, o en aquellos terrenos que presenten una marcada erosión de mantos y de cárcavas (Riffo, 1996; citado por González, 1996).

Al elegir una especie para control de erosión, deben buscarse características que permitan a la especie elegida, desarrollarse en el terreno afectado ya que éstos, por lo general, presentan limitantes que dificultan el establecimiento y desarrollo de vegetación. Se debe buscar una especie que presente hojas persistentes, con las que protege el suelo del golpe de gota de lluvia; que también aporte material orgánico al suelo. Así también la especie elegida debiera permitir algún beneficio económico para palear en algo la improductividad del terreno afectado (Peña, 1995).

Una de las especies perteneciente al bosque esclerófilo que reúne la mayoría de las características anteriormente mencionadas, y que se ha incluido dentro de las especies elegidas para algunos ensayos de establecimiento de estos terrenos, es el Quillay (Quillaja saponaria), ya que no es una especie exigente en cuanto a características del terreno, tales como nutrientes, humedad y radiación, factores que presentan los suelos erosionados; además, permite obtener beneficios económicos derivados de los subproductos que de él se obtienen, sin necesidad de realizar talas y dándole un adecuado manejo.

Se citan a continuación antecedentes generales sobre esta especie para un mejor conocimiento de ella.

3.- ANTECEDENTES DE LA ESPECIE Quillaja saponaria

Quillaja saponaria es una especie que puede llegar a medir 15 m de alto y 1 m de diámetro. Tiene hojas persistentes simples y coriáceas color verde-amarillentas, corteza cenicienta rasgada longitudinalmente (Rodríguez, 1995).

Su corteza es muy rica en saponina (19 %) que es un compuesto tensoactivo de gran demanda en el extranjero para la fabricación de distintos productos (Cruz, 1999).

3.1.- DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA:

Especie endémica de Chile, de amplia distribución. Se le encuentra creciendo entre las provincias del Limarí en la IV región, hasta la provincia de Malleco en la IX Región (Figura 6), aproximadamente desde el paralelo 30° al 38° de latitud sur, tanto en la zona central como andina, desde los 15 m hasta los 1600 m.s.n.m. (Rodríguez et al., 1983). Según Neuenschwander (1965); citado por Orellana y Fisher (1976), la especie Quillaja saponaria aparece en forma silvestre en Perú y Bolivia.

Es una especie que resiste en mejor forma los fuertes vientos y la nieve. Pero cabe destacar, que no se desarrolla bien en lugares expuestos directamente a la influencia marina. Debido a ello, en la Cordillera de la Costa se le encuentra creciendo en pendientes que sólo van hacia el interior del valle central (Rodríguez et al., 1983).

De acuerdo a los antecedentes entregados por el “Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile” (CONAF-CONAMA-BIRF; citados por Cruz, 1999), las regiones administrativas con más Quillay son la V,

Metropolitana y VI, presentando esta última la mayor cantidad de vegetación dominada por esta especie (Figura 6).

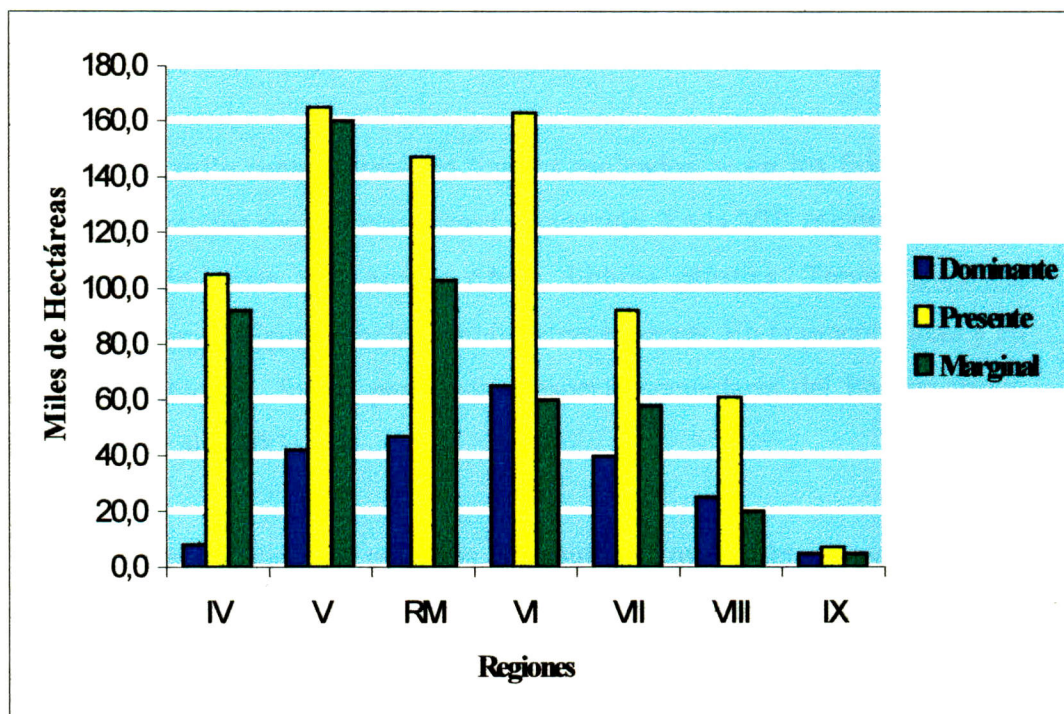


Figura 6. Distribución geográfica del Quillay según dominancia de la especie (Cruz, 2000)

3.2.- CONSIDERACIONES ECOLÓGICAS:

Es un árbol adaptado a climas secos y cálidos, pero también se le encuentra en sitios más frescos, incluso soporta la nieve y las heladas (Rodríguez et al., 1983). El Quillay es una especie de crecimiento sostenido o libre y, por lo tanto, de mayor desarrollo mientras las condiciones de sitio le son más favorables (Oliver y Larson, 1990; citados por Lagos, 1998).

Es una especie que necesita alta luminosidad y es capaz de crecer en suelos pobres y degradados, encontrándose en casi todas las posiciones fisiográficas. Sin embargo, dada la gran alteración antrópica en la zona central de Chile, resulta difícil encontrar bosquetes de Quillay en suelos aluviales del valle central (Cruz, 2000).

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

Las precipitaciones y periodos de sequía son muy diferentes en las zonas extremas de su distribución geográfica, caracterizándose por presentar 10 meses de sequía y 150 mm anuales de precipitación en el extremo norte (Ovalle, IV Región) y cuatro meses de sequía y 1.025 mm anuales de precipitación en el extremo sur (Los Angeles, VIII Región) (Gallardo y Gasto, 1987; Novoa et al., 1989; citados por Lagos, 1998).

A nivel nacional, las formaciones esclerófilas en que participa el Quillay alcanzan a 1.475.842 ha. Sin embargo, aquellas dominadas por esta especie, y por ende, de mayor interés económico, sólo alcanzan las 230.605 ha (Cuadro 3). Mayoritariamente, sólo está presente en formaciones vegetales mixtas o participa marginalmente en ellas, representando éstas el 51 y 33 % de la superficie total nacional respectivamente (Cruz, 2000).

La especie conforma principalmente formaciones vegetales de matorrales arborescentes y matorrales, los que en conjunto representan el 75 % de la superficie total. Los bosques nativos de Quillay sólo abarcan el 18 % de la

superficie total y corresponden mayoritariamente a renovales originados en forma vegetativa a partir de tocones y raíces.

Cuadro 3.- Superficie de las formaciones vegetales según la dominancia de Quillay en ha.

Formación vegetal	Dominante	Nivel de dominancia		Total
		Presente	Marginal	
Bosque adulto	0	29	855	884
Bosque renoval	86.428	131.194	64.544	282167
Bosque adulto renoval	42	2.157	0	2.199
Subtotal Bosque Nativo	86.470	133.380	65.3993	285.249
Bosque Nativo Plantación	1.675	761	53	2.490
Bosque Nat. Exot. Asilvestradas	214	1.026	263	1.503
Subtotal bosque mixto	2141.890	1.788	315	3.993
Subtotal plantación	0	444	75	519
Praderas	0	8.909	2.426	11.335
Matorral praderas	872	3.621	5.688	10.181
Matorral	20.099	254.289	234.467	508.854
Matorral Arborescente	121.275	303.099	174.533	598.907
Matorral con suculentas	0	46.911	5.834	52745
Subtotal praderas y matorrales	142.246	616.828	422.948	1.182.022
Subtotal terrenos agrícolas	0	0	4.059	4.059
Total	230.605	752.440	492.796	1.475.842

Fuente: Innovaciones en el manejo y uso industrial del Quillay Agronomía y Forestal UC, 2000.

3.3.- ANTECEDENTES SILVICULTURALES

3.3.1.- Regeneración Natural

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

El Quillay, como otras especies del valle central, después de ocurrido un incendio, produce rebrotes provenientes de yemas que no han sido afectadas por el fuego, o que se encuentran bajo la superficie del suelo en estructuras llamadas lignotubers, por medio de las cuales se repone la cubierta vegetal (Villaseñor y Saiz, 1993; citados por Estévez, 1994; Cruz, 1999).

Se determinó que, a diferencia de como ocurre en otras áreas donde crece Quillay, en la comuna de Illapel, específicamente en la localidad de Cuzcuz, IV Región, se produce y desarrolla regeneración natural de semillas. Cabe destacar que la regeneración natural se vio favorecida por la presencia de arbustos y piedras que sirvieron de protección para el ataque de fauna o por la irradiación solar (Vita, 1990).

3.3.2.- Regeneración Artificial

Gran parte de la literatura existente nos indica que las experiencias en las en el establecimiento de plantaciones de Quillay no han sido muy positivas. Organismos como el Instituto Forestal, la Universidad de Chile con su facultad de Ingeniería Forestal y la Corporación Nacional Forestal, con su programa Introducción de Especies Forestales, han desarrollado una línea de investigación sobre la silvicultura de la especie Quillay, además de otras

especies nativas. Sin embargo, los resultados no son muy buenos y hasta la fecha no es posible encontrar respuestas a la interrogante de cual es el mejor método de establecimiento de plantaciones de Quillay (Conaf, 2000).

Se han realizado a lo largo de los años numerosos estudios sobre esta especie, que buscan poder obtener un mejor desarrollo de Quillay por los beneficios que él entrega. El estudio de supervivencia en la zona árida y semiárida, (IV a VI Región) ha concitado el interés de varios investigadores.

Se presentan a continuación, una serie de ensayos con Quillay en suelos degradados donde se busca obtener un buen prendimiento y desarrollo de la especie.

Prado (1978), realizó un ensayo cuyo objetivo era determinar la incidencia que tiene la intensidad de tratamiento en el suelo, expresada en distintos tamaños de hoyos, sobre el prendimiento y desarrollo inicial de plantas de Quillay, cuando éstas fueron producidas en macetas o a raíz desnuda. Esto último pretendió buscar una alternativa al método de producción de plantas en maceta, al combinar la plantación a raíz desnuda con diversas intensidades de tratamiento de suelos. La principal limitante que presentó el suelo del área de estudio es la erosión severa o muy severa. El suelo del sector en que se encuentra el ensayo pertenece a la serie Lo Vásquez. Es un suelo de posición intermedia, sobre una base de rocas intrusivas ricas en cuarzo. La topografía es ondulada a quebrada. Particularmente, en el lugar donde se encuentra el ensayo las pendientes varían entre un 10 % y un 40 %, aproximadamente. Presenta profundidad variable, en general poco profundo, con una textura franco arenosa gruesa, variando hacia texturas finas. Presenta estructuras prismáticas en los estratos superiores y masiva en los inferiores.

El ensayo está ubicado en la Reserva Forestal “Peñuelas”, situada en la comuna de Casablanca, provincia de Valparaíso, en los 33° 10' L.S. y los 71° 33' L.W, aproximadamente. La zona en que se encuentra el ensayo posee un clima cálido, con una estación seca prolongada que varía entre 7 y 8 meses. Cuarenta años de observaciones meteorológicas indican una precipitación media anual de 660 mm.

La temperatura media anual es de 14° C. Las oscilaciones térmicas, tanto anuales como diarias son moderadas, siendo la media de enero 18° C y la de julio de 11° C. Al año se registran un promedio de 11 días con temperaturas bajo 0° C y 121 días nublados.

Cuadro 4 Tratamientos del ensayo “Prendimiento y desarrollo en altura del Quillay”

	Dimensiones en cm	Volumen en dm ³
Tratamiento 1	25 x 25 x 25	15,6
Tratamiento 2	25 x 25 x 40	25,0
Tratamiento 3	30 x 30 x 30	27,0
Tratamiento 4	40 x 40 x 40	64,0
Tratamiento 5	50 x 50 x 50	125,0

Para realizar este estudio se empleó la información obtenida un año después de la plantación, por medición directa de todas las plantas vivas. Las variables a estudiar son el prendimiento como porcentaje y la altura alcanzada en el periodo de evaluación.

En el *cuadro 5* se muestran los porcentajes de prendimiento y la altura obtenida al año siguiente de la plantación, para cada tratamiento y de acuerdo a los métodos de producción de las plantas.

Cuadro 5. Porcentajes de supervivencia y alturas medias, por tratamiento y método de producción de plantas.

Tratamiento	Macetas		Raíz desnuda	
	Altura media (cm)	Prendimiento	Altura media (cm)	Prendimiento
1	14,5	87,66 %	8,72	32,00 %
2	15,6	85,33 %	8,39	37,33 %
3	16,1	92,33 %	8,56	51,33 %
4	18,0	89,33 %	9,26	57,33 %
5	18,8	93,33 %	9,53	70,00 %

Los resultados de este cuadro indican claramente la influencia que sobre el desarrollo inicial expresado mediante la altura, tiene el método de producción de las plantas.

De esto se concluye que el prendimiento de las plantas producidas en macetas, no se ve influenciado significativamente por el tamaño del hoyo de plantación.

La plantación con capellón mostró prendimiento y desarrollos iniciales superiores a los obtenidos con la plantación a raíz desnuda, que mostró resultados deficientes en cuatro de los tratamientos ensayados. Por lo tanto, para las condiciones que presenta el lugar donde está situado el ensayo y con el método de plantación empleado, no es recomendable plantar a raíz desnuda.

Para asegurar un buen prendimiento de las plantas de Quillay, es más importante la calidad, y método de producción de las plantas, que el tamaño del hoyo de plantación.

El aumento del volumen de suelo removido en el momento de la plantación, no mostró efectos positivos sobre el prendimiento de las plantas producidas en maceta, pero sí sobre su desarrollo en altura. En el caso de las plantas a raíz desnuda, el fenómeno es inverso.

Dentro de los resultados de este ensayo, se desprende que la especie tuvo un prendimiento aceptable para las condiciones de erosión que presenta el terreno, siendo condición necesaria para el prendimiento, el que la planta utilizada sea a raíz cubierta.

Prado et al, (1983), analizó la supervivencia y desarrollo de la especie Quillaja saponaria Mol. (Quillay), con los antecedentes recopilados de una serie de ensayos instalados por el Instituto Forestal a lo largo de las zonas áridas y semiáridas de Chile.

Para la realización de este estudio se contó con la información proveniente de 66 parcelas de ensayo que fueron distribuidas en 8 lugares situados entre Fray Jorge (Ovalle, IV región) y San Antonio de Petrel (Pichilemu, VI región).

La supervivencia de la especie es satisfactoria en lugares con más de 400 mm de precipitación anual, y se hace mayor a medida que ésta aumenta. Sin embargo, entre los 400 y 750 mm de precipitación no se encuentran variaciones significativas en la supervivencia.

Esto indicaría que otros factores, entre ellos la fuerte degradación de los suelos, interactúan de tal modo que hacen que precipitaciones de 200 a 300 mm anuales sean insuficiente, montos que deberían satisfacer los requerimientos mínimos de la especie, ya que su distribución natural así lo indica.

El desarrollo que presenta el Quillay a lo largo de toda la zona de estudio es escaso, con un crecimiento promedio que, en general, varía entre unos 10 y 15 cm de altura por año. Si estas tasas se mantienen, se puede suponer que la utilización de las plantaciones podría iniciarse entre los 70 y 100 años de edad. De cumplirse este supuesto los beneficios económicos de la plantación masiva de esta especie serían discutibles.

El hecho que el crecimiento no está en directa relación con los montos de precipitación, indica que el escaso desarrollo encontrado se debería principalmente a problemas de suelo. Por lo tanto, para promover el desarrollo de la especie será necesario preocuparse de los métodos de plantación y de corregir las exigencias fundamentales que presentan los suelos de las zonas áridas y semiáridas, mediante la aplicación de fertilizantes.

Schlegel y Vita (1967) realizaron un ensayo de reforestación por siembra directa con las especies Quillay y Peumo en la zona semiárida de Chile. El ensayo se realizó en la Quebrada de La Plata, comuna de Maipú, provincia de Santiago, en ladera de exposición sur, a 840 m.s.n.m. en pendiente de 27 %. Desde el punto de vista fitogeográfico la vegetación corresponde a la formación de los matorrales arborescentes esclerófilos, asociación Quillaja-Lithraetum (asociación Quillay-Litre). La precipitación fue de 430 mm en 1966, concentrándose principalmente en los meses de Junio a Agosto. La temperatura media mensual de los meses de verano fue de 18° C.

Se estudió el comportamiento de las especies forestales nativas Quillaja saponaria Mol, “Quillay” y Cryptocarya alba (Mol) Looser “Peumo”, ambas con adecuada resistencia a la prolongada sequía y alta temperatura estival, siendo actualmente casi las únicas especies forestales endémicas que se desarrollan en este medio.

Se comparó la germinación y sobrevivencia en terreno despejado de vegetación natural y sin intervención, en cama de semillas con labrado profundo y labrado superficial.

Los resultados obtenidos con ambas especies son muy satisfactorios, considerando la aridez de la zona en estudio. Por lo tanto la siembra directa es una técnica utilizable en esta zona y los resultados permiten recomendarla para una reforestación en casillas de siembra labradas a profundidad.

En la comuna de Pumahue Provincia de Colchagua VI región, se han realizado por parte de Conaf y Fondef dos ensayos con Quillay.

Al proyecto Fondef - Universidad Católica, iniciado en Junio de 1999; se le realizaron controles bimensuales desde esa fecha.

El suelo presenta una textura franco arcillosa, con una profundidad de 80-90 cm; pendiente de 3-9 % con claros signos de erosión; se evaluaron 7 tratamientos o técnicas de establecimiento, los tratamientos son :

T₀: Testigo

T₁: Aplicación de gel hidratante en el momento de la plantación.

T₂: Incorporación de un mulch de paja de trigo a la casilla.

T₃: Cubrimiento de la casilla con una lámina plástica de 1m².

T₄: Protección de la planta con ramas de Espino.

T₅: Tubo protector sin aireación.

T₆: Tubo protector con aireación.

En el *cuadro 6* se muestran se muestra el prendimiento de plantas y desarrollo promedio alcanzado después de 10 meses.

Cuadro 6 Porcentaje de prendimiento y desarrollo por tratamiento

Trata- miento	Prendi- miento	Diámetro (cm)			Altura (cm)			Índice de biomasa (cm ³)		
	(%)	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima
T ₀	93.9	0.49	1.47	0.01	19.2	82.0	2.0	27.2	19.4	1.3
T ₁	91.0	0.54	1.90	0.04	7.4	57.0	1.0	30.8	318.8	1.1
T ₂	88.2	0.44	1.36	0.00	17.4	75.0	0.0	23.8	183.7	1.0
T ₃	90.2	0.78	2.40	0.05	34.7	125.0	3.0	78.0	726.0	1.5
T ₄	90.2	0.46	1.67	0.00	22.0	81.0	0.0	29.1	209.1	0.8
T ₅	97.6	0.37	1.19	0.00	39.5	102.0	2.5	31.3	208.8	0.8
T ₆	98.8	0.43	1.12	0.03	44.0	85.5	0.0	40.0	195.0	0.5

A un año de realizada la plantación todos los tratamientos presentan un buen prendimiento con valores de sobrevivencia cercanos al 90 %. Los mayores prendimientos se observan en aquellos tratamientos con tubos protectores, esto se debe a que estos protegen la planta del viento evitando una excesiva desecación.

Con las nuevas técnicas de plantación desarrolladas, aún el testigo supera los crecimientos en diámetro y altura reportados por la bibliografía. Los mayores crecimientos en diámetro se alcanzan con el tratamiento de la lámina plástica. Los tratamientos con tubos protectores presentan un menor desarrollo diametral, esto es debido a que los tubos estimulan preferentemente el desarrollo en altura.

El ensayo realizado por Conaf en la provincia de Colchagua VI región utilizó plantas producidas en speedling y en maceta, en un terreno subsolado con tractor a 40 cm de profundidad.

El ensayo fue instalado en Julio de 1998 y cubre una superficie aproximada de 0,5 hectáreas. Durante el año calendario de plantaciones (1998-1999); es decir, considerando el periodo Septiembre a Marzo, se realizó un total de 4 mediciones o controles de altura (cm), DAC (cm) y sobrevivencia en porcentaje de todo el ensayo. Posteriormente, en el periodo 1999-2000, se ha registrado un total de 6 controles de evaluación del ensayo.

El ensayo consta de dos bloques, el bloque 1 con Plantas en speedling, el bloque 2 con plantas con maceta. Además se pueden diferenciar dos tipos de tratamientos al suelo o la casilla. Denominados suelo solo o normal (Ss) y suelo con corteza (Sc). En el suelo con corteza, a la casilla de plantación se le incorporó una palada ó 1 kg de corteza de pino.

Tratamiento con riego

R₀: Parcela sin riego.

R₁: Riego cada 45 días.

R₂: Riego cada 30 días.

Además del riego realizado se efectuó un control de malezas con herbicidas y control mecánico.

Cuadro 7 Resultados por tratamiento por planta speedling

	Ss			Sc		
Datos	R ₀	R ₁	R ₂	R ₀	R ₁	R ₂
Sobrevivencia %	2	100	100	84	100	100
Altura cm	22.6	100.64	114.52	54.48	111.76	133.0
Dac cm	0.36	1.10	1.14	0.63	1.19	1.32

Cuadro 8 Resultados por tratamiento planta en maceta

	Ss			Sc		
Datos	R ₀	R ₁	R ₂	R ₀	R ₁	R ₂
Sobrevivencia %	72	100	100	86	100	100
Altura cm	34.6	127.8	120.76	92.84	118.8	120.2
Dac cm	0.39	1.37	1.23	0.98	1.33	1.21

Ss= Suelo sin corteza

Sc= Suelo con corteza

La incorporación de corteza como enmienda en dosis de 1kg por casilla de plantación mejora sustancialmente la sobrevivencia de las plantas. Los tratamientos que llevan incorporado una cierta cantidad de corteza de pino y sin riego, mostraron sobrevivencias superiores al 80 %. En los tratamientos que llevan incorporada corteza en la casilla respecto al desarrollo en altura de las plantas, se puede señalar que el crecimiento de las plantas es tres veces superior a la planta establecida en condición normal. Acerca de los tratamientos que llevan incorporado el sistema de riego por goteo en frecuencia de 30 y 45 días, la respuesta de la planta es totalmente positiva, se puede señalar que la sobrevivencia es de un 100 % y el desarrollo de las plantas es superior a 120 cm como promedio.

La diferencia entre en las características de las plantas con riego versus sin riego son notorias: mejor desarrollo en altura, mayor diámetro de cuello y,

por ende, la sobrevivencia de las plantas es muy superior, aún cuando los riegos son cada 45 días.

Las plantaciones de Quillay que llevan incorporado en la casilla de plantación enmiendas (corteza de pino o carbón), mejoran sustancialmente los resultados en cuanto a sobrevivencia y desarrollo en altura.

Mera (1992) concluye que Quillaja saponaria es factible de propagar vegetativamente a través de estacas, siendo la época invernal, en invernadero y utilizando como sustrato arena, cuando se produce una mejor interacción entre la época, el ambiente y el sustrato. Siendo la aplicación de sustancias reguladoras de crecimiento en la región basal de la estaca, favorable para el desarrollo de raíces; entre las sustancias probadas, el que mejor resultados arrojó fue el ácido indolbutírico.

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

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

En la forestación por plantación, la sobrevivencia durante el primer periodo vegetativo es muy dependiente del monto y distribución de las precipitaciones caídas durante ese año; en cambio, esta dependencia es menor a partir del segundo año de plantación. En periodos de sequía, existe una mayor presión de consumo por parte de la fauna silvestre y el ganado sobre la

regeneración del Quillay, sea natural o artificial, debido a que es la única vegetación que sobrevive en estado verde en los ambientes estudiados, por lo que es necesario dar alguna protección a las plántulas (Vita, 1990).

Para la plantación de Quillay, lo más recomendable es usar plantas a raíz cubierta, ya que esto favorece el prendimiento y desarrollo inicial de las plantas por sobre las plantas a raíz desnuda; además, para el Quillay, el método de producción de plantas y la calidad de éstas parece incidir más que la preparación de suelo (Prado, 1978).

En la provincia de Valparaíso (V región) en la comuna de Casa Blanca, las plantaciones de Quillay en cepellón, favorecen el desarrollo y supervivencia de las plantas, el tamaño del hoyo no tiene mayor incidencia en la supervivencia de las plantas después del primer año, pero sí en su desarrollo. El método de producción de plantas de Quillay para ser empleadas en zonas de escasa pluviometría es el de “producción en macetas”, ya que incide positivamente en el desarrollo en altura de los primeros años y en la supervivencia de las plantas, por lo menos hasta el sexto año. Además, el método empleado para producir plantas no tiene una influencia significativa sobre la supervivencia, después que las plantas se han arraigado, pero sí la tienen en el desarrollo en altura, ya que las plantas producidas en macetas muestran incrementos significativamente superiores a los obtenidos por plantas a raíz desnuda (Prado, 1978).

Para estudios realizados en una plantación mixta de Eucalyptus camaldulensis y Quillaja saponaria, en la provincia de Choapa, IV región, el factor individual más importante es el control de la vegetación competitiva, que permite asegurar la supervivencia y crecimiento inicial de las plantaciones y los mejores resultados los obtuvieron al combinar la preparación del suelo con subsolador y la aplicación de fertilizante (N-P-K) con control de la vegetación

competidora, lográndose resultados altamente satisfactorios, en consideración a las características de la zona árida de Chile (Wrann e Infante, 1988).

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

Otro factor que puede ser relevante en el desarrollo de la especie es su relación con micorrizas. Se ha determinado que especies como Acacia caven, Atriplex nummularia, Prosopis chilensis y Quillaja saponaria, son especies micorrizables, que forman asociaciones simbióticas radiculares del tipo conocido como micorrizas vescículo arbusculares (MVA). Además, son microsimbiontes radiculares en la relación antes indicada, en un conjunto de hongos pertenecientes a los géneros Glomus y Gigasporas (Torres, 1990; citado por Lagos, 1998)

3.3.3.- Información Dasométrica y Volumétrica:

Prado (1983), indica que el crecimiento en altura del Quillay en la zona árida y semiárida varía, en promedio, entre 10 y 15 cm de altura por año.

Especies como Quillay, Peumo y Boldo en condiciones favorables alcanzan a 0,8 cm de crecimiento anual en diámetro (Hormann, 1967; citado por Donoso, 1981).

La producción en volumen cúbico de madera, en el tipo forestal esclerófilo, fluctúa entre 0,803 y 6,23 m³/ha/año (valores dados para áreas donde las especies consideradas son Quillay, Litre, Espino, Tralhuén, Peumo y

Boldo). Los valores más bajos corresponden a densidades bajas de 50 y 60 individuos por hectárea, y los más altos a densidades de 100 individuos por hectárea, consideradas sólo las especies nombradas. De estos rodales se obtienen de 40 a 116 kg de corteza seca de Quillay por hectárea y alrededor de 1.200 kg de carbón en áreas de alta densidad. En áreas de baja densidad, el rendimiento es de 14 a 19 kg de corteza de Quillay por hectárea, y 150 a 680 kg de carbón por hectárea. Estos valores se obtienen de árboles mayores o iguales a 25 cm de diámetro a la altura de tocón (DAT) (Encina y Latorre, 1977; citados por Donoso, 1981).

Se determinó una función para estimar el peso de corteza de Quillay, en la V región, considerando como variables la altura comercial en metros, Dap en cm y el número de ramas, siendo la ecuación obtenida la siguiente: (Gajardo y Verdugo, 1979; citados por Lagos, 1998).

$$\text{Corteza (KG)} = e^{-4.3440} * HC^{0.79005} * DAP^{1.5396} * (NR+1)^{0.11935}$$

Con:

e = base de logaritmos naturales

NR= número de ramas

HC = altura comercial (m)

DAP = diámetro a la altura del pecho

3.4.- PRINCIPALES USOS DE QUILLAJA SAPONARIA

3.4.1.- Importancia económica del Quillay

Quillaja saponaria es una de las especies de mayor interés para la zona mesomórfica, debido a su gran capacidad de adaptación a distintas condiciones de sitio y al alto valor comercial que se puede obtener de sus productos. Y además, por su importancia como especie protectora del suelo, agua y vida silvestre, el Quillay tiene potencialmente una gran significación económica,

como especie productora de recursos tales como leña, madera para usos menores, carbón y muy especialmente corteza, como materia prima para la obtención de saponina.

El Quillay ocupa un importante papel desde el punto de vista de la creación de ingresos económicos derivados de la explotación y producción de corteza y carbón (Maldonado, 1967; citado por De Conchard, 1997).

Prado (1979), señala que por el alto contenido de sustancias requeridas industrialmente en su corteza, Quillay es una de las especies nativas económicamente más interesantes de la zona mesomórfica. Prado y Rojas (1983), agregan que además, su importancia como especie proviene de la gran capacidad de adaptación a distintos tipos de sitio y del alto valor comercial que se puede obtener de sus productos.

Vita (1993), confirma lo anterior al decir que Quillay es una de las especies arbóreas más valiosas, desde el punto de vista económico, del bosque esclerófilo, por la diversidad de productos que otorga, siendo el más importante la corteza.

Hoffman y Martin (1986); citados por Lagos (1998) indican que el pueblo mapuche usa el Quillay en la cura de enfermedades respiratorias como tos y bronquitis, para curar lesiones a la piel y para prevenir la caída del cabello; usándolo además como jabón, repelente de polillas y para preparar insecticidas.

Martin (1989); citado por Lagos, (1998) indica que las sustancias que se obtienen del Quillay y el Boldo, saponinas y alcaloides respectivamente, son explotadas sólo para el abastecimiento nacional, ya que no se encuentran en la estadística de las importaciones del país.

Los productos que se pueden obtener de Quillay son variados, y se pueden dividir en obtenidos en forma directa o indirecta; en forma directa se encuentran corteza y leña; en forma indirecta, saponina, carbón y producción melífera.

3.4.2.- Utilización de los productos derivados del Quillay.

-Leña

El uso de leña de Quillay en la VIII Región, no es de un volumen tan importante como el de otras especies como Roble, Peumo, Lingue, debido a que estas especies se encuentran mayormente masificadas, entre la zona de Rancagua y Talca, pero cabe señalar que como combustible, es uno de las que mayor poder calorífico entrega, lo que la cataloga de leña de buena calidad, esto es debido a la densidad y cantidad de lignina presente en el leño (De Conchard, 1997).

El valor que alcanza la astilla puede variar según la época del año, la humedad y tamaño de la astilla. Por otra parte, las empresas que compran Quillay para producción de saponina, sin la corteza, compran el Quillay como metro ruma, pagando el valor que se cotiza la madera nativa en sí.

-Carbón

El carbón de Quillay es reconocido como el de mejor calidad, junto al de Espino; debido a sus características físicas como densidad, y grado calorífico que alcanza en la combustión (De Conchard, 1997).

-Corteza

El principal destino que se le da a nivel nacional a la corteza de Quillay es fundamentalmente la exportación.

Se puede señalar que la corteza no es demandada para consumo interno, debido a que su principal interés es la saponina que contiene, la cual para ser utilizada con fines comerciales, debe ser extraída y purificada, proceso que a nivel nacional no es realizado.

Otro punto importante en la transacción de la materia prima es la calidad, y sobre todo el contenido de humedad de ésta, ya que influye directamente en las utilidades finales que rendirán las exportaciones. Las empresas exportadoras y los compradores internacionales, no aceptan corteza muy seca, porque es difícil de trabajar (se quiebra fácilmente); tampoco compran corteza muy húmeda. Para prevenir todo esto, los porcentajes de humedad exigidos varían entre 10-15%. Sobre la calidad es usual que los importadores pidan que la corteza esté limpia por fuera y blanca por dentro (De Conchard, 1997).

El consumo de corteza de Quillay en la industria nacional es muy bajo, por no decir nulo. Salvo en consumos menores como el que le dan algunos yerbateros vendiéndola como paquetes pequeños para el consumo popular (como potencial detergente o shampoo) (De Conchard, 1997).

-Saponina

La saponina es un tensoactivo natural de gran demanda en la industria internacional como materia prima de muchos productos. Quillaja saponaria es

una especie que se caracteriza por poseer gran cantidad de saponina en sus tejidos, siendo la corteza el lugar en que se concentra en mayor porcentaje. Por esta característica, su corteza ha sido utilizada tradicionalmente como detergente y repelente para polillas. Históricamente se ha utilizado sólo la corteza para su procesamiento, ya que contiene mayor cantidad de saponina que en el fuste o las ramas (De Conchard, 1997).

Saponina es un producto usado en la fabricación de champú, dentífricos, jabón líquido, y cosméticos; como emulsionantes de grasas y aceites; como protectoras de sustancias coloidales, en reveladores fotográficos, bebidas de fantasía, extintores de incendio; como espumante se usa en la industria del papel, ya que acrecienta el poder impregnante de los aprestos; en productos destinados a pulir metales como oro y plata; en el dorado del vidrio; en medicina, especialmente en enfermedades respiratorias y dérmicas. Cuando es administrada vía oral, la saponina aumenta la respuesta inmunológica en animales de experimentación y estimula la permeabilidad de la mucosa intestinal, lo que facilita la emigración de anticuerpos. Puede encontrarse mucho valor en la potenciación de vacunas orales. En veterinaria se utiliza como vomitivas para salvar animales envenenados, y devolver la fuerza a los animales desgastados por el cansancio y a los que sufren diarrea (Rodríguez et al., 1983).

En Dinamarca actualmente están probando el uso de la saponina como coadyudante para la vacuna del SIDA (Estévez, 1994).

-Miel

La producción de néctar que proporciona el Quillay es muy atractiva para la industria melífera, siendo buscada por los productores de miel. En

-Miel

La producción de néctar que proporciona el Quillay es muy atractiva para la industria melífera, siendo buscada por los productores de miel. En 1999, la asociación de productores de miel de la Octava Región debió exportar 200 mil kilos de miel a la Unión Europea, con la única condición que fuera obtenida de Quillay (Beltrán, 1999)¹.

Beltrán (1999)¹ indica que la provincia del Bío-Bío hasta hace dos años producía el 50 % de la miel del país, de la cual el 95 % proviene de Quillay, creyéndose que las condiciones climáticas de nuestra zona, ayudan a una mejor producción de néctar que en el resto del país, pero la producción ha caído a un tercio en el último tiempo, debido a la corta indiscriminada de esta especie; además, la demanda por la flor de este árbol aumenta con la llegada de colmenas provenientes de la zona frutícola del norte.

Se estima que la especie Quillay comienza a dar flor a los 5 años de ser plantada, dependiendo esto de diversos factores tanto topográficos como genéticos, por lo que se desprende, que de una plantación de Quillay puede ser utilizada antes que una especie exótica, ya que a los ocho años se puede obtener provecho económico en los raleos o cosecha (según la especie).

Una plantación de Quillay soporta 100 cajones por hectárea, los que producen 40 kg de miel por cajón, la que se comercializa entre \$600 y \$800 por kilo. Se comercializa al extranjero a 1 dólar el kilo, aproximadamente, promediando la exportación nacional en los últimos años a 4.500 toneladas.

¹ Comunicación personal. Presidente de la asociación de apicultores del Bío-Bío.

La sobre explotación ha determinado que las masas actualmente existentes se encuentren en sectores de difícil accesibilidad, lo que ha originado que la especie pierda importancia cualitativa respecto a otras que forman el tipo forestal (Mera, 1990).

Las características de los bosques que aún quedan, son resultado de intervenciones a menudo inconvenientes y destructivas, que el hombre ha realizado tratando de obtener el máximo aprovechamiento posible. Usualmente no se consideran medidas tendientes a la conservación del Quillay, eliminándose los ejemplares con el objeto de utilizar los terrenos para la ganadería o agricultura extensiva.

-Principales países importadores

De Conchard (1997), indica que según estadísticas del Banco Central de Chile sobre exportaciones (para el periodo 1986 -1997) se determinó que los países compradores de corteza son Estados Unidos, Japón, Alemania y Holanda, en orden de importancia, seguidos de Francia, el Reino Unido y Argentina en menor grado. Destacándose que hasta 1994, Bélgica era el segundo comprador de este producto, disminuyendo notoriamente desde entonces. Además, el Líbano desde 1996, aparece como consumidor de dicha materia prima, y como importadores ocasionales y de bajos volúmenes, se puede mencionar a Brasil, Colombia, Italia, España, Perú, Portugal, Suiza y Venezuela.

Utilización total del árbol para obtención de saponina.

La técnica tradicional para la obtención de saponina consiste en extraer la corteza de árboles de diámetro mayor a 20 cm que se alcanza, según estimaciones, a los 40 años de edad del árbol. Como exigencia adicional, el fuste debe ser recto, liso y con pocas ramas, considerándose no comerciales los individuos que no presenten estas características. Esto se traduce en un bajo nivel de aprovechamiento de la biomasa total del bosque por ha (Cruz, 2000).

Desde un punto de vista económico, este tipo de aprovechamiento ha generado pérdidas para el país, pues parte de la extracción de corteza nacional se realiza a través de agentes directos de las empresas productoras extranjeras, así la corteza se exporta casi al costo y además subsidiada por ser una exportación no tradicional.

Neuenschwander (1965); citado por Lagos, (1998), planteó otra forma de explotación, consistente en sacar la corteza sin derribar el árbol y sin dañar el cambium vascular, el que quedará cubierto por floema activo al hacerse la explotación de invierno. Este floema cumpliría una función de protección, y a la vez evitaría la desecación y muerte del cambium vascular. Posteriormente, el cambium al entrar en actividad en primavera, continuará produciendo madera hacia el interior y corteza hacia el exterior, la obtención de corteza se hará entonces en forma periódica en franjas longitudinales en el tronco y ramas.

Este método fue probado algunos años por una empresa exportadora, no dando buenos resultados, debido a la falta de especialización de las cuadrillas y al bajo valor pagado a éstas.

Del 100 % del árbol, el 68 % lo constituye la madera del fuste, un 15 % madera de ramas con corteza, un 11% la corteza del fuste y un 6 % las hojas. Deduciendo entonces, que para 100 kg de peso seco de Quillay habría un total ponderado de 8,7 kg de saponina.

No existe una relación clara entre la concentración de saponinas y la edad de los árboles para los diferentes componentes de la biomasa. Siendo las especies muestreadas con edades que fluctúan entre los 18 y los 77 años.

Si se considera que una estructura representativa de bosques de Quillay alcanza una producción de 20 t /ha, llegamos a la conclusión que sólo el 11 % de la biomasa se utiliza; el resto se subutiliza o pierde. Es decir, para cubrir la exportación de 1.000 toneladas anuales, se necesita explotar aproximadamente 450 ha, cifra que se puede reducir a 48 ha si se utilizara toda la biomasa.

Si se valora en 16 Kg de corteza por árbol, como el aprovechamiento total que se realiza en la actualidad, se requiere cortar a lo menos 60.000 árboles para cubrir una exportación de 1.000 t/anuales de corteza. El mismo contenido de saponina se puede lograr con menos de 6.000 árboles, si se utilizara toda la biomasa producida.

Como una forma de evitar la subutilización del recurso y contribuir a su conservación, la Pontificia Universidad Católica de Chile en 1995, desarrolló un proceso de producción industrial que utiliza toda la madera del árbol. Este proceso aumenta los niveles de aprovechamiento y permite satisfacer el mercado mundial con madera proveniente de los bosques naturales o de plantaciones. En la actualidad se lleva a cabo un proyecto FONDEF que persigue optimizar el manejo de bosques naturales y desarrollar técnicas de plantación, basadas en la determinación de los requerimientos nutricionales e hídricos de la especie (Cruz, 1999).

Cuadro 10.- Comparación de superficie a intervenir mediante la explotación de corteza de Quillay versus explotación de biomasa total (corteza, fuste y ramas).

	CORTEZA	BIOMASA TOTAL
Requerimientos para producción de 180 toneladas de saponina	1000 toneladas (*)	2500 toneladas
Estimación superficie a explotar		
Árboles por hectárea	30	30
% explotación autorizado por Conaf	25	25
Árboles a extraer por hectárea	7,5	7,5
Toneladas biomasa/árbol	--	0,33
Toneladas corteza/ árbol	0,015	--
Toneladas de madera /hectárea	--	2,5
Toneladas corteza/hectárea	0,11	--
Superficie a explotar (ha/año)	8.889	1.010
Árboles a explotar cada año	66.667	7.576

(*)La extracción de corteza representa la corta de 22.000 t de biomasa/año

El fundamento del manejo forestal para esta nueva forma de aprovechamiento radica en que las ramas, fuste, corteza y hojas del Quillay poseen contenidos de saponina bruta posibles de utilizarse industrialmente, destacando el fuste que concentra cerca del 70 % de la biomasa total del árbol. Así, la materia prima industrial provendría del raleo y poda de los bosques de Quillay existentes, y no de su cosecha para obtener sólo corteza.

Cuadro 11.- Comparación entre el manejo para producción de corteza y biomasa

Resultado de las intervenciones	Alternativas de manejo	
	selectiva para producción de corteza	Raleo y poda para producción de biomasa
Primera intervención Año 0		
Existencias totales en biomasa fresca(CH30)(kg/ha)	21.340	21.340
Corteza o madera aprovechable posible de extraer según D.L. 701(hg/ha)	246	7 042,2(**)
Producción valorada (US\$/ha)	419	521
Segunda intervención Año 10		
Existencias totales en biomasa fresca [CH 30 %] [kg/ha]	18.598	18598
Corteza o madera aprovechable a extraer según crecimiento (kg/ha)	52	4.300
	98	318
Producción valorada (Us\$/ha) (*)		
Tercera intervención año 20		
Existencias totales en biomasa fresca [Ch 30 %] (kg/ha)	18.598	18.598
Corteza o madera aprovechable posible de extraer según crecimiento (kg/ha)	108	4.300
	183	318
Producción valorada (US\$/ha)		
Cuarta intervención Año 30		
Existencias totales en biomasa fresca [Ch 30 %] (kg/ha)	18.598	18.598
Corteza o madera aprovechable posible de extraer según crecimiento (kg/ha)	215	4.300
	366	318
Producción valorada (US\$/ha)		

(*) Considera un valor de US\$ 1,9/kg de corteza y US\$ 0,076/kg de madera.

(**) No considera el eventual aprovechamiento para corteza de una parte de la biomasa.

3.5.- Políticas de Manejo y legislación vigente

La explotación comercial del Quillay está regulada por el Decreto supremo N° 366 del 17 de Febrero de 1944 el cual “prohíbe la corta del Quillay y la explotación de sus productos tales como leña, carbón y corteza, entre el 1 de Enero y el 30 de Abril de cada año”. Además, señala que “fuera de esta época los interesados en explotar este árbol deberán solicitar permiso al Servicio Agrícola y Ganadero (S.A.G.)”. Se prohíbe además el descortezado del árbol en pie, el descepado de Quillayes en suelos de rulo y en los regados de fuerte pendiente (salvo autorización expresa del S.A.G.) y la incorporación al cultivo agrícola de terrenos donde vegeten Quillayes, salvo que se demuestre que el cultivo tendría un rendimiento superior al que se obtendría de la explotación de dichos árboles. Finalmente, el mismo decreto define como “plantaciones de bosque”, no sólo los ejemplares que provengan de semillas, sino también los renuevos que forman bosques y que están en suelos de índole forestal. La corta del Quillay debe hacerse en “bisel” a una altura que fluctúe entre los 20 y 50 cm del suelo y sin dañar la corteza que queda adherida al tronco.

El decreto ley 701 de 1974, establece que el propietario de un predio que ha sido explotado con Quillayes, está obligado a efectuar plantaciones con la misma especie y manejar los renovales que se produzcan (Gallardo y Gasto 1987; citado por De Conchrad; 1997).

Por su parte, en el decreto Supremo N° 259 de 1979, artículo 19, se define el tipo esclerófilo, lo cual implica que los métodos de corta que sólo se pueden emplear, son el método de corta de protección, explotación gradual bajo dosel y el método de corta selectiva, que permite la extracción de superficies no superiores a 0,3 hectáreas (35 % del área basal total), manteniendo una faja boscosa a su alrededor; además, se hace obligat plantación de una

4.-CONSIDERACIONES FINALES

La degradación de los suelos es una realidad que se debe afrontar con políticas de manejo, programas de control y estímulos para los propietarios de suelos frágiles o susceptibles a ser erosionados, por sus características tales como pendientes no apropiadas para el cultivo agrícola, exposición, fertilidad, textura.

El avance de la desertificación es un hecho que tiene preocupadas autoridades y a las entidades encargadas de estudiar, proteger y aprovechar recurso suelo. En los suelos degradados se deben aplicar acciones tendientes a disminuir la ocurrencia de la pérdida de este recurso, siendo lo más apropiado mantener el suelo cubierto para evitar la acción erosiva del agua o el viento; los principales agentes erosivos.

La recuperación de los suelos degradados en Chile, como gran tarea nacional, requiere un desarrollo sistemático del conocimiento de experiencias, a fin de enfrentar, de manera simple y objetiva, toda la variada gama de situaciones de degradación posibles de reconocer en terreno; de modo de aplicar un conjunto homogéneo de prácticas que aseguren la estabilización de los terrenos que sufren degradación.

Existen muchas formas de mitigar la erosión de los suelos. Pero el procedimiento más sencillo y económico es el establecimiento de vegetación. El tipo de vegetación estará sujeta a las condiciones ambientales, ya que por lo general, los suelos en proceso de erosión presentan características que dificultan el establecimiento de árboles, por lo que se debe elegir alguna especie que se adapte a estas condiciones. Para proteger, la especie debe ser perenne; de manera que cubra el suelo durante todo el año, tanto en los tiempos de lluvia como cuando se presentan los vientos primaverales.

BIBLIOGRAFIA

1. Conaf. 1996. Desertificación en la VI región: Cifras Elocuentes. En Chile Forestal 26-27 p.
2. Conaf. 1996. Chile: Luz Roja a la Desertificación. Chile Forestal 22-25 p.
3. Conaf. 1997. Diagnóstico de la desertificación en Chile, Ministerio de Agricultura. Universidad de Chile. 399 p.
4. Conaf. 1998. El espíritu y la letra (modificaciones al D.L. 701). En Chile Forestal de Marzo 1998. 16-19 p.
5. Conaf. 2000. Quillay, la importancia de las enmiendas. En Chile Forestal, Marzo 2000.
6. Conama. 1994. Propuesta. Plan nacional de conservación de suelos. Ministerio de agricultura. Chile. 120 p.
7. Cruz G. , E. Arellano, A. Pulido. 2000. Innovaciones en el manejo y uso industrial del Quillay. Agronomía y Forestal UC, Universidad Católica de Chile. 21-25 p.
8. De Conchard P. 1997. Estudio de mercado de la corteza y saponina de Quillay (Quillaja saponaria) y perspectivas de desarrollo futuro. Memoria de título Escuela de Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 100 p.
9. Donoso, C. 1981. Tipos Forestales de los bosques nativos de Chile. Corporación Nacional Forestal, Organización de las Naciones Unidas

para la agricultura y alimentación documento de trabajo N° 38. Santiago, Chile. 83 p.

10. Estévez, J. 1994. Caracterización del rebrote en cepas de Quillay (Quillaja saponaria Mol). Fundo el Toyo Región Metropolitana. Memoria de título. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 134 p.
11. Fuentes, E. S. Prefaneta. 1988. Ecología del paisaje en Chile central, estudios sobre sus espacios montañosos. Universidad Católica de Chile. 125 p.
12. González J. 1996. Revisión bibliográfica de los factores involucrados en la formación de cárcavas. Un análisis preliminar del estado erosivo del fundo Villucura, VIII región. Seminario de Título. Universidad de Concepción. Departamento Forestal. Los Angeles. Chile.
13. Lagos, J. 1998. Antecedentes bibliográficos de Quillay (Quillaja saponaria Mol.) y estudio de un bosque natural ubicado en la provincia del Bio-Bio. Memoria de título. Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales, Concepción. Chile.
14. Mera, E. 1990. Propagación vegetativa en Quillay (Quillaja saponaria Mol.). Memoria de Título, Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Agronómicas Veterinarias y Forestales. Chillán. Chile. 106 p.
15. Orellana, L. y E. Fischer 1976. Comportamiento de las semillas de Quillay (Quillaja saponaria Mol.) de diversas procedencias. Tesis de grado. Universidad de Concepción. Escuela de Técnicos Forestales. Los Angeles. Chile. 28 p.

16. Peña, L. 1995. Apuntes de conservación de suelos. Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Chillán, Chile.
17. Prado, J. 1978. Prendimiento y desarrollo en altura de Quillay (Quillaja saponaria Mol.). Informe técnico N°65. Infor. Santiago, Chile.
18. Prado, J., S. Barros, P. Rojas y D. Barros. 1983. Análisis del desarrollo del Quillay (Quillaja saponaria Mol.) en la zona árida y semiárida chilena. Terra Aridae. 2(438-545) p.
19. Rodríguez G. R. Rodríguez y H. Barrales. 1995. Plantas Ornamentales Chilenas. 100 Arboles, Arbustos y Trepadoras. Universidad de Concepción. Editorial Aníbal Pinto S. A. Chile. 206 p.
20. Rodríguez, R., O. Matthei y M. Quesada. 1983. Flora Arborea de Chile. Editorial Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 408 p.
21. Schlegel F. A. Vita. 1965. Reforestación por siembra directa con las especies Quillay (Quillaja saponaria Mol.) y Peumo (Criptocaria alba (Mol.) en la zona semiárida de Chile Ed. Instituto Forestal. Actas Terceras Jornadas Forestales. Valdivia. Chile. p. 53-57
22. Toral, M. 1983. Estudio de la estructura, crecimiento y prendimiento del Quillay (Quillaja saponaria). Universidad de Chile. Proyecto n° 1180-8333. Departamento de Investigación. Informe técnico final. 76 p.
23. Vita, A. 1981. Ensayo de reforestación con Quillay. Illapel, IV Región, Chile. Ciencias Forestales 6(1): 37-48.

24. Vita A. y R. Hernandez. 1986. Regeneración de Quillay en la comunidad agrícola de Cuz-cuz (comuna de Illapel) IV región. IV informe, segunda temporada. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile. 31p.
25. Vita, A. 1990. Ensayo de reforestación con Quillay (Quillaja saponaria Mol.). Illapel, IV región. Ciencias Forestales 6; 37-48 p.
26. Wrann, J. y E. Infante. 1988. Métodos para el establecimiento de plantaciones de Eucalyptus camaldulencis y Quillaja saponaria en la zona árida de Chile. Infor-Corfo. Ciencia e investigación forestal 2; 13-25 p.