

## INDICE

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2. Análisis Bibliográfico</b>	<b>4</b>
2.1. Metodología	4
2.2. Ecosistema de <i>Quillaja saponaria</i> Mol.	4
2.3. La Especie	6
2.4. Aspectos antrópicos	9
2.5. Reflexiones acerca de la información bibliográfica	11
<b>3. Información Territorial del Área de Estudio</b>	<b>14</b>
3.1. Sistematización de la información	14
3.2. Generación de Cartografía Base	15
3.3. Provincias Ecológicas	17
3.4. Temperaturas	23
3.5. Pluviometría	25
3.6. Geoforma	27
3.7. Principales cuencas de Chile Regiones IV a VIII	31
3.8. Asociaciones de Suelos	34
3.9. Pisos Vegetacionales	36
3.10. Accesibilidad	40
3.11. Reflexiones acerca de la información territorial existente	42
<b>4. Potencial Productivo de Plantaciones de <i>Quillaja saponaria</i></b>	<b>43</b>
4.1. Estudio de plantaciones en terreno	43
4.2. Propósitos y tipo de propietarios de plantaciones	48
4.3. Determinantes del crecimiento de <i>Quillaja. saponaria</i>	51
4.4. Zonificación del área de estudio en base a un índice de productividad potencial	61
<b>5. Determinantes del Éxito de Plantaciones de <i>Quillaja saponaria</i></b>	<b>68</b>
5.1. Lugar de la plantación	68
5.2. Preparación del terreno	69
5.3. Manejo del establecimiento	70
5.4. Manejo del crecimiento de la población	70
5.5. Formación de la población	71
5.6. Cosecha	73
5.7. Acopio y transporte	73
<b>6. Diseño de Ecosistemas de <i>Quillaja saponaria</i></b>	<b>77</b>
6.1. Dimensión ecológica	77

6.2.	<i>Dimensión funcional</i>	78
6.3.	<i>Dimensión de vida y ocio</i>	79
6.4.	<i>Dimensión estética</i>	79
6.5.	<i>Espacio de solución</i>	80
<b>7.</b>	<b>Caracterización Territorial de Predios para el Diseño y Gestión de Ecosistemas de <i>Quillaja saponaria</i></b>	<b>85</b>
7.1.	<i>Bases teóricas</i>	85
7.2.	<i>Protocolo de caracterización territorial predial</i>	87
7.3.	<i>Caso de aplicación: Caracterización del predio Las Pataguas</i>	93
7.4.	<i>Registro de información</i>	101
<b>8.</b>	<b>Propagación Natural por Semilla</b>	<b>102</b>
8.1.	<i>Antecedentes</i>	102
8.2.	<i>Caso Agua Fría Alta, IV Región</i>	102
8.3.	<i>Caso Santa Lucía (Viña Los Vascos, VI Región)</i>	103
8.4.	<i>Reflexiones</i>	104
<b>9.</b>	<b>Planificación de Ensayos Cruciales</b>	<b>107</b>
<b>10.</b>	<b>Reflexiones Finales</b>	<b>110</b>
<b>11.</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>112</b>
<b>12.</b>	<b>Anexos</b>	<b>115</b>
	<i>Anexo 1. Listado bibliográfico</i>	116
	<i>Anexo 2 Ficha y formulario utilizados para registrar las mediciones realizadas en plantaciones de <i>Quillaja saponaria</i></i>	120
	<i>Anexo 3 Registro de mediciones en terreno</i>	122
	<i>Anexo 4. Formularios para registrar información predial</i>	125
	<i>Anexo 5. Formularios y tablas respectivas para la caracterización territorial de un predio.</i>	132

# 1. INTRODUCCIÓN

La especie *Quillaja saponaria* Mol. (quillay) tiene importancia ecológica, laboral, industrial, cultural y económica en la región mediterránea de Chile. Al ser una especie nativa, en general favorece la conservación de recursos como agua, suelo, fauna, así como también la biodiversidad. Es destacable además el hecho de que esta especie es endémica de la Región Mediterránea de Chile. Su distribución abarca toda esta Región por lo que ha llegado a ser considerada una especie ícono de esta zona en Chile.

Por otra parte, esta especie frecuentemente es apreciada en el paisaje por sus atributos estéticos y por generar ambientes agradables para realizar actividades de ocio. En este sentido, culturalmente el quillay es valorado lo cual no ocurre actualmente con otras especies forestales que son exóticas.

El potencial económico, basado en la extracción de saponinas, es conocido hace varias décadas. Hasta hace pocos años atrás se extrajo corteza de quillay implicando la muerte de ejemplares silvestres lo cual mermó la población en forma importante. Actualmente se conoce que todo el árbol presenta esta sustancia y se procesa no sólo la corteza, sino que el fuste completo y sus ramas. Ante esto, el establecimiento de plantaciones de quillay favorece la conservación de la especie y también el aumento del empleo rural y desarrollo económico de predios agrícolas, ya que aumentaría tanto la rentabilidad como la diversidad de actividades productivas.

El presente documento corresponde al informe final del proyecto “Estudio ecológico de plantaciones de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.): condicionantes de sitio, ordenación y restauración”. Este estudio se desarrolló en base a bibliografía existente y observaciones en terreno, por lo que el enfoque es predominantemente empírico racionalista. Se trabajó con información incompleta dado que la temática es bastante reciente y aún no existe el conocimiento acabado relativo a plantaciones de *Q. saponaria*, lo cual explica que aunque se conoce la base racional, aún faltan datos empíricos y principios teóricos que permitan modelar el cultivo de *Q. saponaria*.

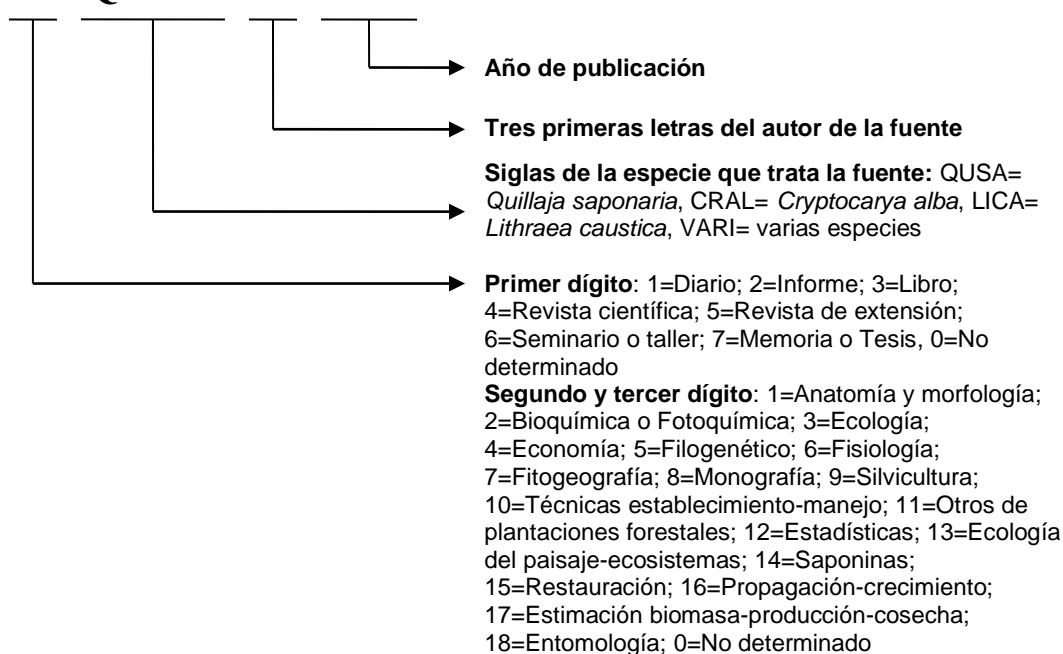
- Los objetivos del presente estudio fueron los siguientes:
- Determinar las variables del ecosistema relevantes en la producción de fitomasa de *Q. saponaria*.
- Realizar una revisión bibliográfica sobre el estudio de *Q. saponaria*.
- Evaluar el efecto de las variables en el crecimiento de la especie.
- Generar un sistema de información geográfico (SIG) que permita una visión territorial de la superficie relevante para el estudio.
- Generar un protocolo de caracterización territorial predial para la gestión y el diseño de ecosistemas de *Q. saponaria*.

## 2. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

### 2.1. Metodología

Se identificaron fuentes bibliográficas relevantes para el estudio y se estableció una biblioteca compuesta de toda la información bibliográfica recopilada de tal manera que cualquiera pueda acceder fácilmente a esta información. Se generó una ficha para cada fuente bibliográfica que sintetiza brevemente el tipo de información que contiene, y se le asignó un código para facilitar su búsqueda. Este código describe el tipo de documento, el tema al cual se refiere, la o las especies que aborda, el autor y año de publicación:

**207QUSA-Alf1974**



Cuando una misma fuente aborda más de un tema, o más de una especie principal, se le asigna más de un código.

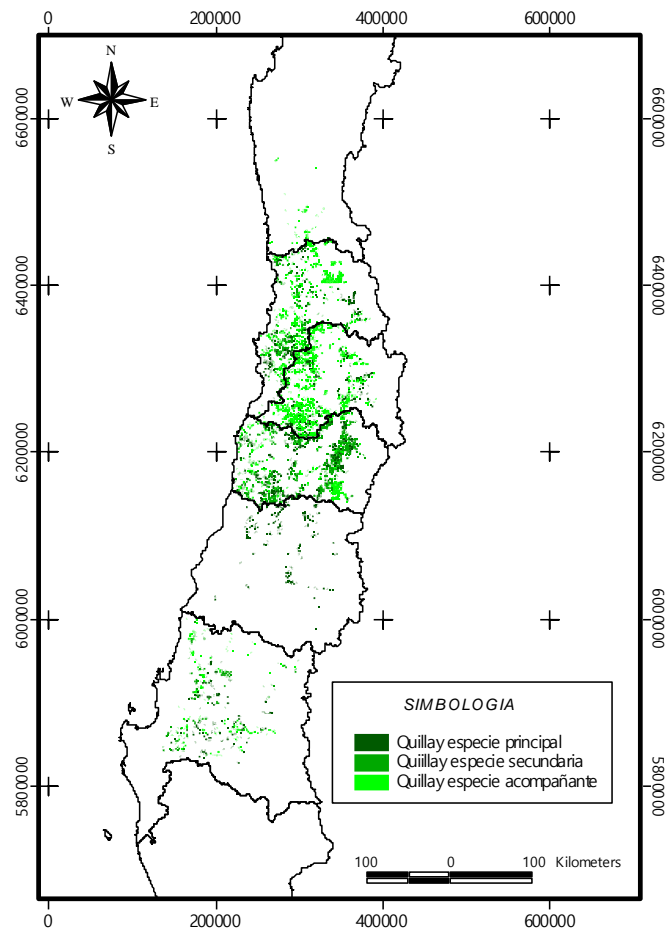
Con la información bibliográfica recopilada se realizó el análisis bibliográfico descrito en el presente informe. El Anexo 1 consiste en un listado con las fuentes bibliográficas identificadas hasta la fecha.

### 2.2. Ecosistema de Quillaja saponaria Mol.

*Quillaja saponaria* (quillay), especie endémica de Chile, tiene una amplia distribución: entre los 30°30' latitud sur y 38° latitud sur (Reiche, 1934), donde crece en el valle central, en ambas cordilleras y hasta los 1600 m.s.n.m. (Riedemann y Aldunate, 2001) (Figura 1).

Actualmente, en los terrenos realizados por el presente estudio, los individuos más septentrionales se observaron cerca de Combarbalá en la IV Región y los más meridionales cerca de Collipulli, en la

VIII Región. En la Cordillera de la Costa se presenta solamente en pendientes hacia el interior del llano central (Vita, 1974).



**Figura 1. Distribución de *Quillaja saponaria* en Chile según CONAF-CONAMA-BIRF (1997) actualizado para la VI Región. Los puntos indican los lugares donde se realizaron mediciones en plantaciones**

Climáticamente, en base a la cartografía utilizada en este estudio, en el extremo meridional de su distribución (Combarbalá, IV Región) se presenta una precipitación anual de 250 mm y una temperatura media anual 17°C. En el extremo septentrional (Collipulli, VIII Región) la precipitación anual alcanza los 1500 mm y la temperatura media anual 13,5°C. Los extremos longitudinales de su distribución natural podrían presentar extremos climáticos aún mayores.

*Q. saponaria* es una especie intolerante a la sombra densa, siendo desplazada en la sucesión ecológica por especies más tolerantes, como *Cryprocarya alba* (peumo) el *Peumus boldus* (boldo), cuando éstos se encuentran en condiciones más favorables de humedad (Vita, 1974).

## 2.3. La Especie

### ARQUITECTURA

#### Descripción Botánica

La clasificación taxonómica de esta especie, según el sistema de Engel, es (Muñoz, 1971):

- División: Fanerógamas
- Subdivisión: Angiospermas
- Clase: Dicotiledóneas
- Familia: Rosáceas
- Género: Quillaja
- Especie: Quillaja saponaria (Mol.)

#### Anatomía y morfología

Muñoz (1971) describe a la especie con hojas alternas, color verde amarillento de 3 a 4 cm de largo y 1,3 cm de ancho, con posible corte de 2 mm y estípulas pequeñas, caducas. Las flores son blancas aplanadas de 15 mm de longitud, polígamo dioicas, con 3 a 5 pedicelos, 2 brácteas, las laterales masculinas, la central fértil. El tubo del cáliz es persistente, coriáceo, con 5 pétalos, pequeños, espatulados; disco grueso, carnoso; 10 estambres de los cuales 5 son opuestos a los pétalos e insertos en la base del disco y los otros 5 alternos e insertos en el ápice de los lóbulos del disco. El fruto está compuesto de 5 carpelos sésiles; 5 estilos terminales libres; 5 folículos estrellados, coriáceos de 3 a 5 cm de diámetro. Las semillas son numerosas y comprimidas terminando en un ala de 15 mm de largo por 4 a 5 mm de ancho.

*Q. saponaria* es una especie fanerófita siempreverde y está adaptada a las condiciones climáticas de la zona donde crece y se desarrolla, caracterizada por un período largo de sequía estival. A diferencia de la mayoría de las especies esclerófitas, *Q. saponaria* presenta estomas en ambas caras de la hoja (Specht, 1988; cit. por Estévez, 1994). Por otra parte Herrera (1987) encontró que en ambientes más xeromorfos el xilema de *Q. saponaria* tiene vasos angostos, elementos de vaso cortos, un mayor número de vasos por mm<sup>2</sup>, y sus fibras y anillos de crecimiento de menor grosor en comparación con el xilema de ejemplares que crecen en lugares más mesofíticos. Según el mismo autor los vasos angostos (aquellos que poseen un menor diámetro) son conductores menos eficientes que los vasos más amplios pero proporcionan una mayor seguridad en la conducción, incrementando la fuerza del vaso y además lo hace resistente a la presión negativa del hábitat en el período de sequía.

Entre otras adaptaciones morfológicas destaca la presencia de escamas protectoras en las yemas vegetativas en dormancia, y tricomas filamentosos que cubren las escamas y primordios foliares de las yemas vegetativas (Ginocchio y Montenegro, 1989). Además se han registrado diferencias morfológicas según la exposición del sitio donde crece la especie como el tamaño de las hojas, siendo éste mayor en umbría (6,53 cm<sup>2</sup>) que en solana (4,28 cm<sup>2</sup>) (Gilberto y Estay, 1879).

Por otra parte, esta especie presenta pocas raíces laterales mientras que en profundidad alcanzan hasta los 7 a 8 metros, lo cual es destacable en relación a otras especies que coexisten con ésta como *Lithraea caustica* (litre) y *Cryptocarya alba* (peumo), que penetran hasta los 3-5 y 0,5-1 metros de profundidad respectivamente (Gilberto y Estay, 1979; Martínez y Armesto, 1983). Esto le permite a

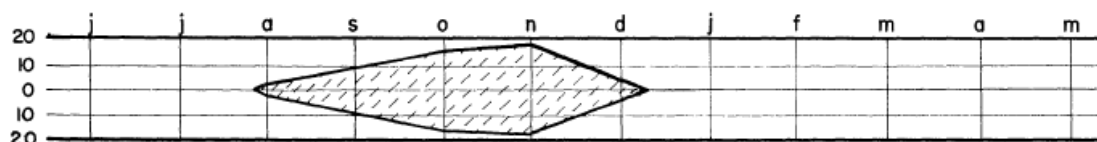
la especie abastecerse de suficiente agua en períodos de sequía y competir con otras especies esclerófitas.

## FUNCIONAMIENTO

En base a mediciones en el Fundo Santa Laura, en los 33°40' latitud sur, 71° longitud oeste, 1000 m.s.n.m., con una precipitación de aprox. 400 mm anuales y temperatura media anual de 16°C, Montenegro *et al.* (1979) determinaron los siguientes parámetros para la especie *Q. saponaria*:

- Período de brotación: 6 octubre-2 Noviembre
- Período de crecimiento intensivo: 25 Octubre-31 Diciembre
- Período total de crecimiento: 88 días

En el mismo predio Ávila *et al.* (1975) estudiaron la fluctuación estacional de la actividad del cambium para distintas especies esclerófitas, entre ellas *Q. saponaria* (Figura 2). Ellos encontraron que ésta comienza en agosto y aumenta paulatinamente hasta un *peak* a principios de noviembre para luego decrecer y finalizar a principios de diciembre. Esta especie destaca frente a otras esclerófitas por presentar un corto pero intenso período de crecimiento.



**Figura 2. Fluctuación estacional de la actividad del cambium para Quillaja saponaria Mol. Los números en la columna izquierda representan el porcentaje del aumento de xilema/año. Horizontalmente se representan los meses, desde junio hasta mayo, y la superficie achurada representa el crecimiento. Ejemplo: en noviembre el xilema aumentó un 36% (18% a ambos lados del eje 0) del aumento total anual (Ávila *et al.* 1975)**

Por otra parte, se ha estudiado el efecto de la exposición solar en el crecimiento de *Q. saponaria*. En solana se ha registrado un mayor período de crecimiento que en umbría (en el Fundo Santa Laura), siendo éste de  $96 \pm 12$  días, mientras que en umbría fue de  $76 \pm 28$  días (Montenegro *et al.* 1979). La tasa de crecimiento de las hojas, medida como aumento de superficie por día, fue similar en ambos casos. Esto puede explicarse porque *Q. saponaria* presenta una raíz profunda lo que le permite acceder a recursos hídricos suficientes en solana y considerando que en solana se presentan más horas de sol que en umbría, el período de crecimiento podría afectarse positivamente. Esta característica puede explicar también las observaciones de Giliberto y Estay (1978), quienes demostraron que la tensión del xilema de *Q. saponaria* permanece relativamente constante durante el año, sin afectarse con los períodos de lluvias.

Los patrones diarios de asimilación de carbono en especies siempreverdes esclerófitas como *Q. saponaria* se correlaciona bien con el nivel hídrico que presentan las plantas (Martínez y Armesto, 1983). En el caso de *Q. saponaria* el grosor de los anillos de crecimiento se correlaciona positivamente con las precipitaciones del lugar donde crece, no así con la amplitud térmica y temperaturas máximas y mínimas del lugar (Herrera, 1987). Por otra parte, Luna *et al.* (2007) observaron una gran plasticidad de respuestas frente al estrés hídrico en plantas de dos años de *Q. saponaria*: ajuste osmótico (aumento en la concentración de solutos para aumentar presión osmótica), posiblemente mecanismos de evitación (pérdida de follaje) y aumento del crecimiento radicular. Esto concuerda con el hecho de que individuos estudiados en la zona centro-norte de Chile, donde los veranos son secos y calurosos, los individuos silvestres de *Q. saponaria* muestren

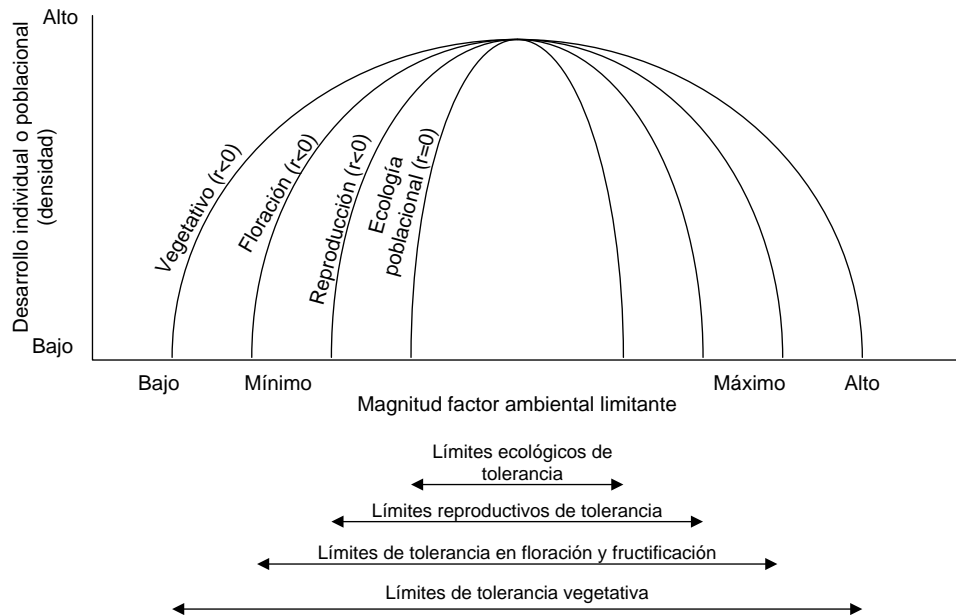
raíces pivotantes de hasta 8 metros de profundidad (Gilberto y Estay, 1979), lo que probablemente disminuye al aumentar la disponibilidad hídrica.

Sólo Dunn (1970, citado por Lawrence, 1987) ha medido las curvas de respuesta a la temperatura para esta especie. Los individuos estudiados mostraron un máximo de respiración a los 20°C a principios del verano y a los 10°C a finales del verano. Otro estudio que relaciona variables climáticas y la presencia de *Quillaja saponaria* en la VIII Región (Teneb *et al.*, 2004) encuentra que la temperatura media de invierno es la variable más determinante, seguida de la temperatura media anual. El mismo estudio no encontró una relación entre las precipitaciones y la presencia de la especie.

*Quillaja saponaria* es una especie que actúa como pionera de la sucesión secundaria (Fuentes y Gutiérrez, 1981) y se ha planteado que aparentemente no forma parte del bosque esclerófito maduro que está compuesto por una diversidad de especies arbóreas. Actualmente sólo se presenta en ambientes degradados por la actividad antrópica o ecotonos donde las condiciones extremas de estrés hídrico o suelos delgados no permiten que se desarrolle el bosque maduro como tal. Sin embargo, el ecólogo alemán Walter plantea como hipótesis que en forma natural una especie nunca se ubica en su sitio óptimo, es decir, en lugares donde las condiciones de clima y suelo son las mejores para la especie. Esto se explica por la competencia a la que se enfrenta la especie que la obliga a desplazarse a lugares donde sea la mejor competidora de su nicho ecológico. De esta forma es posible inferir que existen mejores sitios para el crecimiento y desarrollo de *Q. saponaria*, distintos de los sitios ocupados por la especie en forma natural.

Por otra parte, la distribución natural de la especie ocurre donde la magnitud de los factores ambientales presentan valores dentro de los límites ecológicos de tolerancia de la especie. Sin embargo, el crecimiento vegetativo de la especie es un proceso que puede ocurrir en un mayor rango de valores de los factores ambientales (Figura 3). Se han observado individuos plantados de *Q. saponaria* fuera de su distribución natural, como por ejemplo en la Universidad de la Frontera y en el cerro Ñielol en Temuco. Estos individuos de *Q. saponaria* se desarrollaron bien, sin embargo no existe evidencia de regeneración por semilla.

Para establecer plantaciones de *Q. saponaria*, los lugares seleccionados serán distintos si el objetivo es establecer un bosque en el largo plazo o cosechar y volver a plantar, tal como ocurre actualmente en el caso de plantaciones de especies exóticas como el pino y eucaliptus.



**Figura 3. Distribución natural y potencial de poblaciones al variar la magnitud del factor limitante (Gastó, 1980)**

## 2.4. Aspectos antrópicos

### Explotación

El nombre Quillaja viene del vernáculo *quillai* que es una modificación de la palabra *quillean*, que significa lavar (Montenegro *et al.* 2001). El nombre coloquial hace referencia a las saponinas detergentes presentes tanto en la corteza como en el resto de la planta.

Las saponinas ocurren en una extremadamente amplia gama de especies del reino vegetal y en general dependen de factores genéticos, la edad, el estado fisiológico, y localización geográfica del individuo (Hostettmann y Marston, 1995). El término saponina deriva del latín; sapo significa jabón. En *Q. saponaria* se presenta como un alcaloide de tipo triterpénica pentacíclica, que tiene la capacidad de formar una jalea soluble con las sustancias grasas.

Los usos de las saponinas de *Quillaja saponaria* han aumentado en las últimas décadas. Actualmente existen más de 100 patentes para distintos usos comerciales de las saponinas de *Q. saponaria*, entre ellos: detergentes en las industrias textiles, sustituto del jabón, productor de espuma en las bebidas de fantasía y en los extintores de incendio, en la cosmética (productos de limpieza y como agente anticasca y antidermatológico en shampoos), como agente emulsionante de grasas y aceites, como protector de sustancias coloidales, en dentríficos, en el revelado fotográfico como emulsificador, en la industria del papel (acrecenta el poder impregnante de los aprestos), productos destinados a pulir metales como oro y plata, en el dorado del vidrio, en el envasado de alimentos (inhibe el crecimiento de levaduras) y como antidetonante en los cohetes que impulsan los vuelos espaciales (Neuenschwander, 1965; Martín, 1989; Parot, 1993; Musalem, 1994; San Martín, 1993; Dutton, 1996; El-Nabulsi, 1997; citado por Blackburn, 1998). El principal uso económico de la especie durante décadas consistió en la extracción de saponinas de su corteza, lo cual implica la muerte del ejemplar en muchos casos. Desde la década de los noventa se sabe que todo el árbol

presenta saponinas por lo que actualmente todo el árbol es procesado, a excepción de sus hojas y ramillas.

Otro uso económico importante para esta especie consiste en la producción de miel, que en muchos casos es monofloral, lo que aumenta su valor comercial considerablemente.

Por otra parte, muchas áreas donde crece esta especie son susceptibles de dedicarse también a la ganadería controlada, ya que generalmente crece en sitios despejados lo que permite el desarrollo de gramíneas y arbustos y además los animales se benefician de la sombra proporcionada (Vita, 1974).

### **Estado de conservación**

La distribución de *Q. saponaria* ha sido reducida por causas antrópicas siendo la más importante la “limpieza” de terreno para fines agrícolas. Actualmente esta especie se le considera vulnerable en la IV Región y fuera de peligro en el resto de su área de dispersión (Benoit, 1989).

### **Servicios ecosistémicos**

Los servicios ecosistémicos representan los beneficios que el hombre deriva de ellos, directa o indirectamente. En relación a un ecosistema erosionado de baja productividad, cuando se presentan individuos de *Q. saponaria* diversos tipos de servicios ecosistémicos se producen en alguna medida (Cuadro 1). Entre estos destacan control de erosión y retención de sedimentos, control biológico, refugio, alimento, materias primas, recreación y cultura.

**Cuadro 1. Servicios ecosistémicos y sus funciones (Costanza et al. 1997) e interpretación de la relevancia de *Q. saponaria* según los autores del estudio**

Servicio ecosistémico	Función ecosistémica	Relevancia de <i>Q. saponaria</i>
1 Regulación de gases	Regulación de la composición química de la atmósfera.	media
2 Regulación climática	Regulación de la temperatura global, precipitaciones, y otros procesos biológicos mediados por el clima a nivel global o local.	baja
3 Regulación de disturbios ambientales	Capacidad e integridad de la repuesta ecosistémica a fluctuaciones ambientales.	media
4 Regulación de agua	Regulación de flujos hídricos	media
5 Abastecimiento de agua	Almacenaje y retención de agua	baja
6 Control de erosión y retención de sedimentos	Retención de suelo dentro de un ecosistema	alta
7 Formación de suelos	Procesos de formación de suelos	media
8 Ciclaje de nutrientes	Almacenaje, ciclaje interno, procesamiento y adquisición de nutrientes	media
9 Tratamiento de desechos	Recuperación de nutrientes móviles y remoción o degradación (breakdown) de nutrientes xénicos y compuestos	baja
10 Polinización	Movimiento de gametos florales	baja
11 Control biológico	Regulación trófica-dinámica de poblaciones	alta
12 Refugio	Hábitat para especies residentes y transientes	alta
13 Alimento	Porción del PIB extractable como alimento	alta
14 Materias primas	Porción del PIB extractable como materia prima.	alta
15 Recursos genéticos	Fuentes de materiales y productos biológicos únicos.	alta
16 Recreación	Provisión de oportunidades para actividades recreacionales.	alta
17 Cultural	Provisión de oportunidades para actividades no comerciales.	alta

En relación al control biológico *Quillaja saponaria* es atractante para insectos benéficos: *Cornflower Faros of Elk Grove*, California ha estado comercializando este árbol como una “Planta de insectos Benéficos”, que atrae insectos tales como neurópteros, sírfidos (*Scaeva pyrastris*, *Eupeodes volucris*, *Metasyrphus* spp., *Melanostoma*), coccinélidos y avispas (Bugg, 1992, citado por Montenegro et al. 2001).

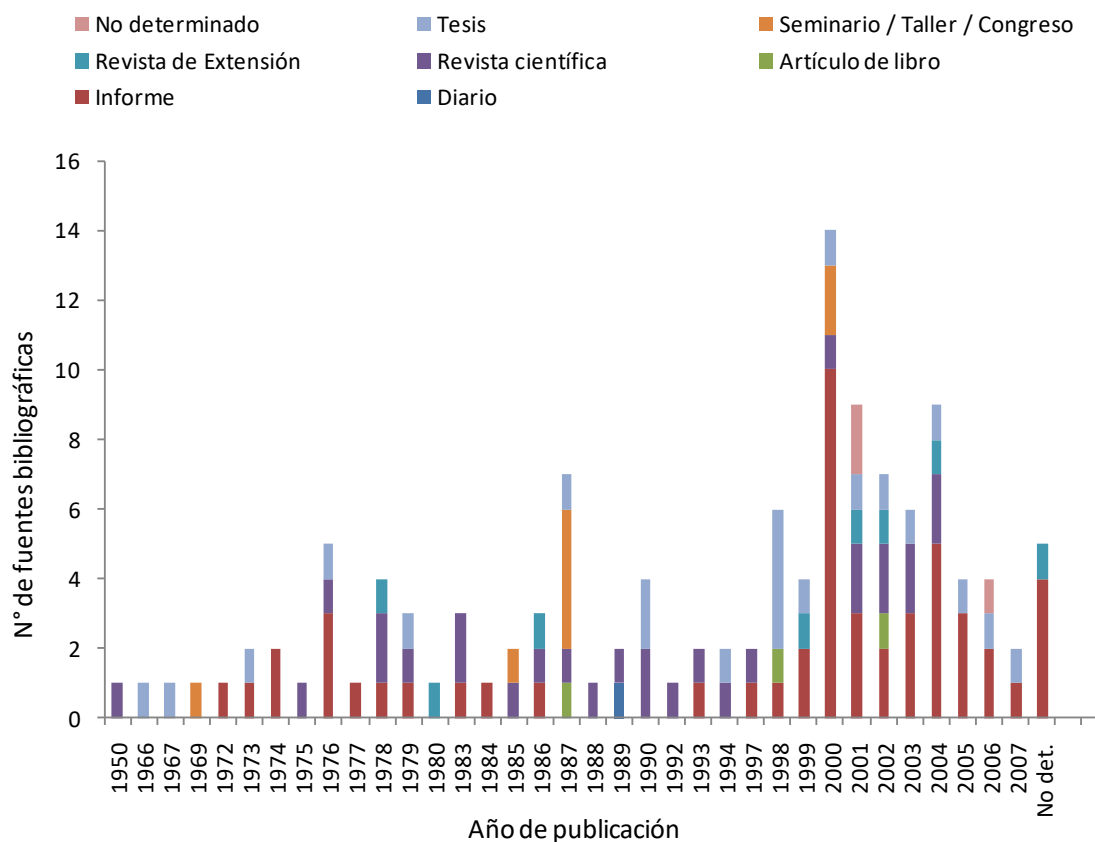
Actualmente los mercados no valoran los servicios ecosistémicos, sin embargo, éstos actúan de soporte para las economías de la Tierra (Costanza et al. 1997) por lo que son importantes para evaluar la sustentabilidad de distintas actividades.

## **2.5. Reflexiones acerca de la información bibliográfica**

La especie *Quillaja saponaria* ha sido estudiada desde la década de 1960, aunque al menos desde 1945 se conoce su contenido de saponinas en la corteza (Vidal, 1945). El estudio de la especie desde la perspectiva forestal comenzó en la década del 60 (Vita, 1966; Maldonado, 1967; Vita, 1969).

En este estudio se registraron 129 fuentes bibliográficas de las cuales 9 no se consiguieron (Anexo 1). Por otra parte, un gran número de fuentes corresponden a informes de distinto tipo publicados en la última década (Figura 4).

En base a la revisión bibliográfica es posible afirmar que a pesar de las investigaciones observadas en relación las variables que determinan la presencia (Teneb *et al.*, 2004) y el crecimiento (Montenegro *et al.* 1979; Martínez y Armesto, 1983; Herrera, 1987; Dunn, 1970) de *Q. saponaria*, aún no está resuelto la optimización del crecimiento en las plantaciones de la especie. Estas variables son abordadas por publicaciones científicas (Vita, 1990; Wrann e Infante, 1988; Prado *et al.*, 1983), proyectos de título (Estévez, 1994; Gajardo y Verdugo, 1979; Miralles 2001; Núñez, 2006; Silva, 2004; Vita, 1996) y varios informes. En general los estudios son poco comparables dado que la amplia distribución de la especie hace presumir que presenta una alta variabilidad fenotípica o plasticidad. Es por ello que extraña la existencia de pocos estudios sobre la variabilidad genética y fenotípica de la especie. Sólo se encontró una publicación de Alfaro (1974) en relación a ecotipos de la especie la cual describe un estudio fitogeográfico cuyos resultados no fue posible obtener. Sin embargo, otras publicaciones abordan variables fitogeográficas en forma menos significativa (Smith *et al.* 1976; Vita, 1969; Salazar, 1998, Viel 1999).



**Figura 4. Número de publicaciones de distinto tipo (diario, informe, libros, revistas científica, revista de extensión, seminario o taller, tesis o memoria) según el año de publicación**

Por otra parte, en su mayoría las publicaciones científicas sobre la especie la abordan en su estado natural (Armesto y Martínez, 1978; Ávila *et al.*, 1975; Cabrera, 2002; Giliberto y Estay, 1978; Ginocchio y Montenegro, 1989; Martínez y Armesto, 1983; Montenegro *et al.*, 1979; Teneb *et al.*, 2004) y no en sistemas artificiales, dado que las plantaciones de *Q. saponaria* son más bien recientes. El enfoque forestal específico para plantaciones de *Q. saponaria* es abordado sólo en dos publicaciones científicas (Wrann e Infante 1988; Vita, 1990) y algunas tesis de pregrado (Vita,

1966; Miralles, 2001; Álvarez, 2003; Silva, 2004), las que en general no pretenden estudiar las variables ecológicas involucradas en las plantaciones.

En general se considera que el estudio de ecotipos de *Q. saponaria*, su arquitectura, la producción de biomasa y su cultivo en general requieren de estudios a largo plazo para abordar las incógnitas relativas al cultivo y aprovechamiento económico de la especie.

Cabe destacar que no se encontró ninguna publicación en relación a las variables que inciden en el contenido y tipo de saponinas de la especie, aunque sí existe un alto número de publicaciones en cuanto al uso y aplicaciones de éstas en distintas áreas, las cuales no se consideraron pertinentes para este estudio.

### 3. INFORMACIÓN TERRITORIAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 3.1. Sistematización de la información

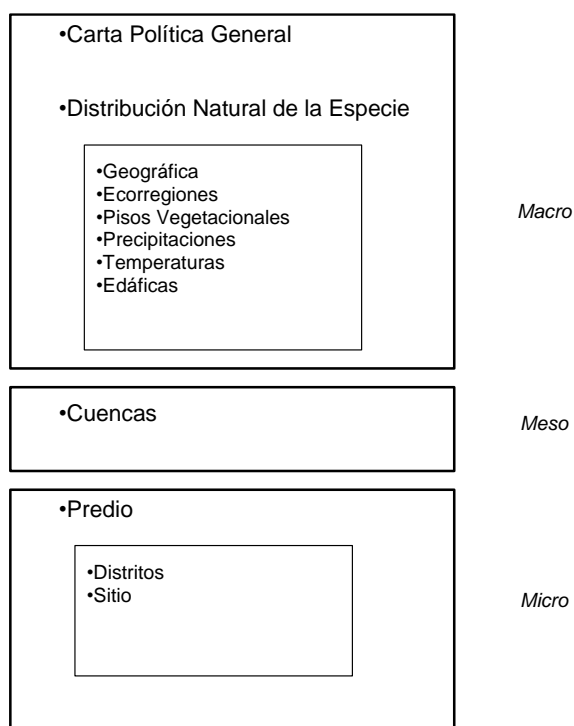
Se entiende por información territorial aquella que se relaciona con la localización en la superficie de un país. Con ella se pretende identificar muchos de los problemas actuales de la empresa con su entorno, reconociendo sus relaciones espaciales del ecosistema de *Quillaja saponaria*, de manera que la empresa pueda enfrentar con mayores posibilidades de éxito y una buena gestión todos los problemas que se puedan presentar con respecto a esta especie.

En una primera etapa y con el objetivo de acotar la zona, se determinó como área de estudio las regiones IV, V, RM, VI, VII y VIII. Se realizó una recopilación de información territorial digital disponible en Internet, proveniente de los servicios nacionales (SNIA, SNIT, entre otros) e internacionales (imágenes digitales MrSID). Para trabajar esta información se utilizó el software Arc View 3.2.

Dentro de las características principales de la información territorial se tiene que la información geográfica describe elementos en función de su posición en la superficie terrestre; función de sus atributos o características descriptivas; función de sus relaciones espaciales y, finalmente, en función de un tiempo. Su verdadero valor estriba en cómo a través de estas características es capaz de dar cuenta de la realidad. Es por esta razón que para este estudio se recurrió a una búsqueda de variadas fuentes y años de información, de manera tal que el territorio de *Q. saponaria* quede ubicado en una escala regional.

En el contexto del estudio del ecosistema de *Q. saponaria* se requiere de dividir la información en 3 niveles de análisis (Figura 5):

- Macro: nivel de análisis en una escala general, incluye 6 regiones de Chile
- Meso: nivel de análisis en una escala regional
- Micro: nivel de análisis en una escala predial



**Figura 5. Esquema información contenida en la cartografía según nivel de análisis de información**

El valor y la alta demanda que en la actualidad tiene la información geográfica llevan a plantear la importancia de manejarla con facilidad. Sus características demandan la necesidad de desarrollar herramientas altamente especializadas para la gestión de la misma, a saber: los SIG (Sistema de Información Geográfico), cuyo diseño y concepción los convierte en herramientas idóneas para procesar la riqueza de la información territorial y, en especial, rentabilizarla y hacerla evidente a la vista de los usuarios. Es por este motivo que el sistema de información territorial de NR puede usarse en cualquier aplicación cuyo objetivo sea gestionar algún tipo de información georreferenciada.

### **3.2. Generación de Cartografía Base**

La información recopilada ha sido incorporada en un proyecto de Arc View 3.2 que contiene las siguientes vistas y componentes:

- Predios Natural Response SA (NR) (clientes) con Ecorregiones, abarcando una zona que va de la IV a la VIII región (Figura 6)
  - Sistema de Clasificación de Ecorregiones, Gastó, Cosio y Panario 1993
  - Editado por M. Pérez E. 2003
  - Huso 19, WGS84
- Predios NR (clientes) con Isotermas, abarcando una zona que va de la IV a la VIII región (Figura 9)
  - Ministerio de Agricultura y el Departamento Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola, Proyecto 14: Investigaciones Económicas Agrícolas. 1958
  - Huso 19, WGS84

- Editado E. Cruz Tagle, 2006
- Predios NR (clientes) con Isoyetas (Isolíneas de precipitaciones), abarcando una zona que va de la IV a la VIII región (Figura 10)
  - Agricultura y el Departamento Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola, Proyecto 14: Investigaciones Económicas Agrícolas. 1958.
  - Huso 19, WGS84
  - Editado E. Cruz T, 2006
- Modelo de Elevación Digital, abarcando una zona que va de la IV a la VIII región:
  - Jarvis A., H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara, 2006.
  - Hole-filled seamless SRTM data V3, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), disponible on line en: <http://srtm.csi.cgiar.org>
- Exposiciones predominantes, abarcando la superficie entre la IV y la VIII Región
  - Generado a partir de curvas de nivel del IGM por R. Lacomas, 2007.
  - La información cartográfica de esta carta es la siguiente:
    - 1 Solana (N)
    - 2 Levante (Oriente)
    - 3 Umbría (S)
    - 4 Poniente (Oeste)
    - 0 No Determinado
- Predios NR (clientes) Cuencas, abarcando una zona que va de la IV a la VIII región (Figura 11)
  - SIA MOP Red caminera, Huso 19 , WGS84
  - Editado por MC Gálvez 2006
- Predios NR (clientes) con asociaciones de suelos y zonas agro climáticas, abarcando una zona que va de la IV a la VIII región (Figura 8)
  - Imágenes generadas a partir de la digitalización, georreferenciación y atribución de los mapas realizados a partir del Plan de Desarrollo Agropecuario 1965 -1980 que generó un estudio del uso potencial de los suelos de Chile, realizado por el Ministerio de Agricultura en 1968. estudio basado en proyecto aereofotogramétrico OEA/BID/CHILE
  - Digitalizado MC Gálvez, 2007
  - Huso 19, WGS84
- Predios NR (clientes) con Pisos Vegetacionales (Figura 7)
  - Luebert, F. y P. Pliscoff. 2004. Clasificación de pisos de vegetación y análisis de representatividad ecológica de áreas propuestas para la protección de Chile. Informe 4. Análisis de representatividad

- Predios NR (clientes) con Vías camineras principales, abarcando una zona que va de la IV a la VIII región (Figura 10)
  - SIA MOP Red caminera, Huso 19 , WGS84
  - Editado por MC Gálvez 2006

El valor y la alta demanda que en la actualidad tiene la información geográfica llevan a plantear la importancia de manejarla con facilidad. Sus características demandan la necesidad de desarrollar herramientas altamente especializadas para la gestión de la misma, a saber: los SIG (Sistema de Información Geográfico), cuyo diseño y concepción los convierte en herramientas idóneas para procesar la riqueza de la información territorial y, en especial, rentabilizarla y hacerla evidente a la vista de los usuarios. Es por este motivo que el sistema de información territorial de NR puede usarse en cualquier aplicación cuyo objetivo sea gestionar algún tipo de información georreferenciada.

### **3.3. Provincias Ecológicas**

Ecológicamente, según el Sistema de Clasificación de Ecorregiones (Gallardo y Gastó, 1985; Gastó, Silva y Cosío, 1990) la zona en la cual se presenta *Q. saponaria* con mayor frecuencia, se encuentra principalmente dentro del Reino Templado, en los Dominios Secoestival, "Mediterráneo"; el que está compuesto por cuatro Provincias ecológicas, la Provincia Secoestival Nubosa, Prolongada, Media y Breve y del Dominio Húmedo o "Selva Templada" esta la provincia Húmeda de Verano Fresco y la Húmeda de Verano Fresco y Mésico. Del Reino Seco, Dominio Estepario se presenta la Provincia Esteparia Templada Invernal (Figura 6).

El Dominio Secoestival, Mediterráneo (código: 3100-000-0000), perteneciente al Reino Templado (código: 3000-000-0000), se presenta en ambientes templados con precipitaciones invernales y sequía estival. Se denomina, usualmente, mediterráneo. Las temperaturas mínimas diarias de los meses más fríos, usualmente, no descienden de los 0° C. La vegetación está representada por árboles y arbustos de tamaño medio (microfanerófito o naofanerófito), con follaje siempre verde, denso y grueso, que se denomina esclerófito.

La estación de lluvias se prolonga por cuatro a nueve meses, dependiendo de las condiciones climáticas del área.

El período de sequía está, por lo general, relacionado con la precipitación total. La vegetación presenta una estructura poliestratificada, predominando las leñosas. En los ambientes más favorables, predomina una estrata de árboles, formando una cubierta densa, con follaje esclerófito. En ambientes más secos, la cubierta arbórea puede ser rala y, bajo ésta, presentarse una cubierta arbustiva discontinua. Bajo el arbolado, existen ejemplares aislados de gramíneas (poáceas) perennes (hemicriptófitas) desarrolladas y de plantas de bulbos (geófitas). Ocasionalmente, durante el período invernal, se desarrollan especies anuales efímeras (terófitas), que persisten durante la temporada de lluvias.

La falta de lluvias durante el verano, la ausencia de temperaturas bajas y la presencia ocasional de heladas, le dan a este dominio la condición ideal para los cultivos hortícolas y de frutales templados. Los rendimientos de los cultivos anuales y de los perennes son elevados. La escasez de lluvias, permite mantener un nivel alto de fertilidad del suelo, sin generar condiciones de salinidad, por lo cual el ambiente es ideal para los cultivos y la ganadería.

Cuando la vegetación leñosa original es destruida por el fuego o eliminada por medios mecánicos o por cultivo, la cubierta se transforma en una pradera dominada por especies herbáceas anuales de autorresiembr (terófitas) con algunos arbustos y gramíneas perennes (poáceas hemicriptófitas)

intercaladas. La época de crecimiento de las herbáceas se inicia con las primeras lluvias, en otoño, y continúa hasta la primavera, al inicio del período de sequía estival.

Durante la estación de lluvias, se produce el mayor crecimiento vegetativo, período en el cual la fauna presenta mayor desarrollo. Predominan mamíferos pequeños, invertebrados, además de aves y de algunos mamíferos mayores. Los vertebrados residentes son pequeños y poco vistosos, lo cual les permite mimetizarse con la vegetación, entre ellos, se destacan lagartijas, pequeños roedores y conejos.

Este Dominio, se presenta en la costa de California, Norteamérica y en la Región Central de Chile, en Sudamérica; en el Viejo Mundo, se presenta en la Región circundante al mar Mediterráneo; además en el extremo sur de África, en la Región del Cabo y en la Región suroeste y centro sur de Australia.

El Dominio Secoestival, Mediterráneo, se presenta en cuatro Provincias (Figura 5):

- Secoestival Nubosa o Valparaíso
- Secoestival Prolongada o Mapocho
- Secoestival Media o Maule
- Secoestival Breve o Bio-Bio

#### **SECOESTIVAL NUBOSA O VALPARAÍSO (CÓDIGO 3101-000-0000)**

La Provincia Secoestival Nubosa, "Valparaíso", se extiende entre los 32°15'L.S., al norte de Valparaíso, hasta los 37°00' al sur de Concepción. Abarca una superficie de 1.509.688 ha, con una longitud de 556 km y un rango de amplitud de 40 a 60 km.

Las temperaturas son moderadas, donde no existe nieve y casi no se producen heladas. Las precipitaciones, anuales, se concentran en el invierno, aumentando de norte a sur, desde 400mm hasta 1.100mm. Además de las precipitaciones acuosas, las precipitaciones de neblinas son abundantes. Las geoformas más características son la planicie litoral de origen fluviomarino y la Cordillera de la Costa, caracterizada por los Distritos ondulados y cerranos. La Provincia, se representa climáticamente por el modelo de Köppen como Csb<sub>n</sub>. Corresponde a parte de la zona mediterránea semiárida subhúmeda o seco de la costa.

La carga animal de la Provincia es de 319.049 UA, de las cuales 170.892 UA son de bovinos y 79.332 UA, son de ovinos. Se requieren, en promedio, 3,43 ha para soportar 1UA/año, siendo su productividad de 25,00 kg de pv animal/ha/año. La producción total de la provincia es de 27.374,2 ton de peso vivo animal año.

#### **SECOESTIVAL PROLONGADA O MAPOCHO (CÓDIGO 3102-000-0000)**

Se ubica en Chile central, y se extiende entre los paralelos 32° 30 'LS y los 34°L.S. Abarca una superficie de 797.200 ha, con una longitud de 150 km. Y una amplitud de 45 a 75 km. Su altitud media es de 200 m. s. n. m. a 700 m. s. n. m. El clima es templado de verano seco y larga estación de sequía, con un período de 6 a 8 meses. Usualmente se incluye en el mediterráneo a pesar de presentar condiciones térmicas más suaves. Posee una amplitud térmica diaria, en cifras medias, es alta. Este clima presenta un notable refrescamiento de las temperaturas máximas absolutas, que raramente sobrepasan los 34°C o los 35 °C y las mínimas usualmente no bajan de 0 °C, salvo en algunos días durante días durante el invierno. La precipitación anual es de 300 mm a 500 mm y en los lugares y en los lugares de mayor amplitud puede alcanzar a 600 mm. La provincia se representa por el modelo de Köppen como Csb<sup>1</sup>.

Las geoformas o distritos predominantes de la provincia son Plano y Depresional y, en parte, Cerrano. El área de valles regados resulta ser los mas valioso y productivo ubicados en el área norte

de Santiago, presentando una productividad menor que en el sector plano de valles, debido a problemas de hidromorfismo. Los distritos cerranos y montanos son de escasa productividad. La provincia tiene una carga animal permanente de 168.141 UA, de las cuales 102.606 UA son de bovinos y 32.950 UA de caballares. En promedio, se requieren 2,38 ha/UA/año, siendo su producción secundaria media de 41,26 kg de peso vivo animal/ha/año. La superficie de pasturas es de 26.424 ha y de las praderas 286.457 ha siendo importantes las rastrojeras. La provincia produce 16.557 ton. De peso vivo animal al año.

#### **SECOESTIVAL MEDIA O MAULE (CÓDIGO 3103-000-0000)**

Se extiende entre los 34° LS y los 36° 40'. Abarca una superficie de 2.446.800 ha, con una longitud de 320 km y una amplitud de 60 a 80 km.

El clima es templado de verano seco y con una estación húmeda igual a la de la sequía. Las precipitaciones anuales fluctúan entre 500 y 1.100 mm. La temperatura media es alrededor de 14°C, con máximas medias de 22°C y mínimas medias de 7° a 8°C. La mayoría de los meses fríos del año son lluviosos, presentando una proporción de meses lluviosos y secos equivalentes. El clima corresponde a lo que se denomina comúnmente mediterráneo subhúmedo o secano interior. Las temperaturas en los meses más fríos bajan normalmente de 0°C. La provincia se representa según el modelo de Copen como Csb<sup>2</sup>.

El paisaje más característico está dado por el Llano Central, que contiene los distritos planos, de los valles, de los ríos que cruzan la provincia. En estos distritos predominan las pasturas y los cultivos de riego, al igual que en el distrito depresional. Las geoformas cerrano y montano son de escasa productividad, debido a las restricciones propias del sitio o a la cobertura de bosque o de matorral predominante.

La superficie de pastizales es de 1.628.504 ha, de las cuales 96.685 son de pasturas y el resto praderas. Existe un total de 524.936 UA. en la provincia, de las cuales 306.841 UA son de bovinos, 112.970 UA son caballares y 50.098 son ovinos. La producción es de 48.804 ton de peso vivo/ha/año. Se requieren 3,10 ha para soportar 1UA durante un año, las cuales producen en promedio 29,72 kg de peso vivo/ha/año.

#### **SECOESTIVAL BREVE O BIO-BIO (CÓDIGO 3104-000-0000)**

La Provincia Secoestival Breve, se extiende, en Chile, entre 35° Latitud Sur y 39° Longitud Oeste. Alcanza una longitud de 460 km, y abarca una superficie de 3.327.500 hectáreas.

El clima de esta provincia se caracteriza por ser templado de verano seco y corta estación de sequía, de menos de cuatro meses de duración. El verano, aunque es de templado a fresco, se siente más cálido por efecto de la humedad ambiental. Las precipitaciones, de 1.000 mm a 1.300 mm, generan en las vertientes de umbría y en las colinas, una cubierta arbórea o arbustiva. La temperatura media es de 13,5°C, siendo la máxima media alrededor de 20°C y la mínima de 8°C. La provincia es representada por el modelo de Köppen como Csb<sup>3</sup>.

Esta provincia corresponde a un clima marítimo templado frío lluvioso de costa occidental. Es un clima fresco, bajo la influencia marítima y la lejanía de las masas de nieve, dada la preponderancia de vientos del oeste, aunque recibe la influencia de invasiones de aire frío polar, durante el invierno. Esta Provincia se ubica desde los 37° LS, por la costa de Chile, hasta la Isla de Chiloé y hasta el inicio del archipiélago austral, se desarrolla un clima templado frío con suficiente precipitación todos o casi todos los meses del año. La precipitación aumenta hacia el sur desde más de 1.000 mm, al sur de Concepción, y hasta 2.400 mm, en Valdivia, sobrepasando esa cantidad en la Isla de Chiloé. El verano es de temperaturas moderadas, con medias térmicas entre 15°C y 17°C y precipitaciones disminuidas, aunque no insuficientes para el crecimiento de la vegetación. El invierno es muy húmedo y relativamente frío, con promedios cercanos a 8°C, entre Junio y Julio. La

humedad atmosférica es constantemente alta, con valores superiores a 80%. La provincia es representada por el modelo de Köppen, como Cfb. (Gastó, Silva y Cosio, 1990).

El Dominio Húmedo (código: 3400-000-0000), perteneciente al Reino Templado (código: 3000-000-0000), se presenta en ambientes con abundantes precipitaciones en todas las estaciones.

#### **PROVINCIA HÚMEDA DE VERANO FRESCO. VALDIVIA (CÓDIGO 3402-000-0000)**

Se extiende entre los 36° LS y 41 LS. Abarca una superficie aproximada de 2.541.900 ha, con una longitud de 780 km. Y una amplitud de 30 a 45 km. Incluye además el archipiélago de Juan Fernández.

El clima es templado húmedo de verano fresco y alta humedad del aire., superior a 80%. El clima es húmedo durante los doce meses del año, corresponde aun clima marítimo templado frío lluvioso de costa occidental. Las precipitaciones anuales fluctúan de aproximadamente 1000 mm en el extremo septentrional, al sur de Concepción, aumentando hacia el sur, siendo 2.400 en Valdivia, superando estos en Chiloé. La temperatura media anual es de 11,9°C, en Valdivia, con una máxima media de 16,9°C y la mínima media de 7,5°C. Según el modelo de Köppen, esta provincia se representa como Cfb.

Las geoformas predominantes son: la planicie litoral de sedimentación marina y fluvio-marina, la cordillera de la costa y los llanos lacustres.

La vegetación natural incluye formaciones de selva Valdiviana, cordillera de la Costa, Matorral Costero mesomórfico, Parque y Selva de Chiloé.

La superficie total de pastizales es de 1.645.836 ha, de las cuales 44.572 ha son de pasturas, 101.706 ha de rastrojeras y 1.499.555 ha de praderas. La carga animal es de 3,44 ha/UA y su producción es de 32,90kg. De peso vivo animal/ha/año. Existe un total de 478.140 ton. De peso vivo animal. La especie de mayor importancia es el bovino.

#### **PROVINCIA HÚMEDA DE VERANO FRESCO Y MÉSICO. LOS LAGOS (CÓDIGO 3401-000-0000)**

Se extiende principalmente en sectores continentales e insulares entre los 41°20' LS hasta los 56 LS. Abarca una superficie aproximada de 12.108.400 ha, con una longitud de 1.620 km. y una amplitud máxima de 370 y un rango de amplitud entre 90 km. a 150 km.

El clima es templado húmedo de verano frío méxico denominado también clima templado frío con gran humedad, Corresponde a un clima templado húmedo de verano fresco y tendencia a seco. Cuatro meses al año presentan temperaturas superiores a los 10°C. El mes más frío es agosto con 6°C. La amplitud de la oscilación diaria es baja, menor de 6°C. Las precipitaciones anuales son abundantes, siendo todos los meses lluviosos, con precipitaciones anuales superiores a 2.500 mm y sobrepasando en una amplia proporción de la superficie de 4.000 mm. En los meses de verano las precipitaciones tienden a disminuir hasta montos insuficientes para mantener la vegetación, lo cual no perdura más de un mes, la vegetación natural no se ve afectada debido a que los montos anuales sobrepasan los requerimientos, siendo algo más secos en septiembre y octubre. El principal factor restrictivo de la vida es la fuerza y presencia de viento. La vegetación arbórea solo prospera en las partes abrigadas del viento; en partes expuestas se presenta matorral achaparrado de escaso interés económico. Durante los meses de invierno, el viento es escaso. Un rango muy importante es su baja insolación y el porcentaje de días despejados es inferior a 5%.

La geomorfología de la provincia comprende, de acuerdo a Borgel (1965), cuatro unidades geomorfológicas: La Cordillera de la Costa, afectada por la tectónica del hundimiento, las cordilleras patagónicas insulares, la sección sur del llano central, afectada por la tectónica del hundimiento y algunos sectores australes de la cordillera volcánica.

El uso principal de la zona es de áreas silvestres protegidas o de vegetación con escasa utilización. En sectores muy definidos cercanos a centros poblados, existe algo de uso de la vegetación en

ganadería. Las pendientes elevadas y la precipitación abundante lixivian los nutrientes y generan ecosistemas frágiles, de baja productividad ganadera. Las laderas se presentan usualmente cubiertas de vegetación leñosa, por lo cual no son de vocación ganadera. Las depresiones húmedas más secas soportan ocasionalmente ganado.

La vegetación tiene un aspecto de selva siempre verde, relativamente densa, rica en especies y formando un estrato vegetacional de árboles de gran tamaño, un estrato de arbustos y un estrato de hierbas que cubre el suelo.

La superficie de pastizales es de 2.613.219 ha., donde la productividad es de 6,57 kg. De peso vivo por ha al año, requiriéndose 12,22 ha por UA. Existe un total de 212.903 UA, de las cuales la mitad son bovinos y el resto principalmente ovinos. Las condiciones para el desarrollo ganadero son limitadas, debido a la alta precipitación, lixiviación de nutrientes del suelo, pendientes excesivas de las laderas, hidromorfismo elevado en las depresiones y baja luminosidad y temperatura.

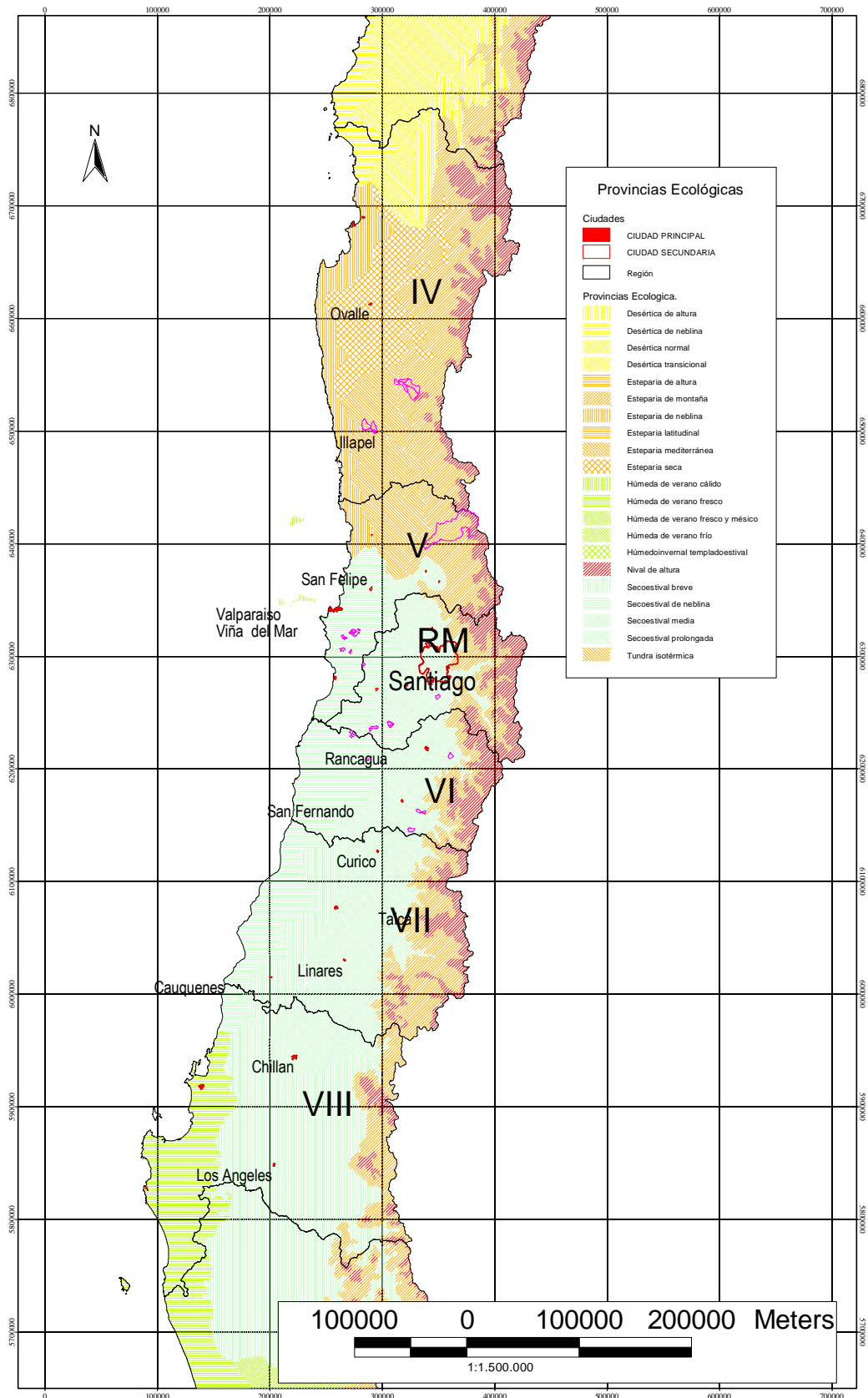
Según el modelo de Köppen, esta provincia se representa como Cfsb.

El Dominio Estepario (código: 2200-000-0000), perteneciente al Reino Seco (código: 2000-000-0000), se presenta en ambientes en donde las precipitaciones son insuficientes durante el invierno.

### **PROVINCIA ESTEPARIA TEMPLADA INVERNAL PETORCA (CÓDIGO 2203-000-0000)**

Se extiende entre los 31° LS. Abarca una superficie de 866.100 ha con una longitud de 185 km. Y una amplitud media de 40 a 50 km. Las isoyetas, de 200 mm y de 350 mm, señalan los márgenes norte y sur de la provincia, respectivamente. Desde el punto de vista térmico, nueve a once meses tienen potencialidad vegetativa, por presentar promedios mensuales superiores a 10° C. El 80% a 90% de las precipitaciones se concentran en los meses más fríos de mayo a septiembre, con 14 a 25 años con lluvia. Los meses húmedos fluctúan entre tres, en el extremo norte, y cinco en el sur. Se presenta normalmente libre de nubosidad, desde noviembre. a marzo, con una media anual de 140 a 180 días despejados. La geoforma predominante es cerrana con pendientes que varían desde 35% a 55% Según el modelo de Köppen esta provincia se presenta como BSIw.

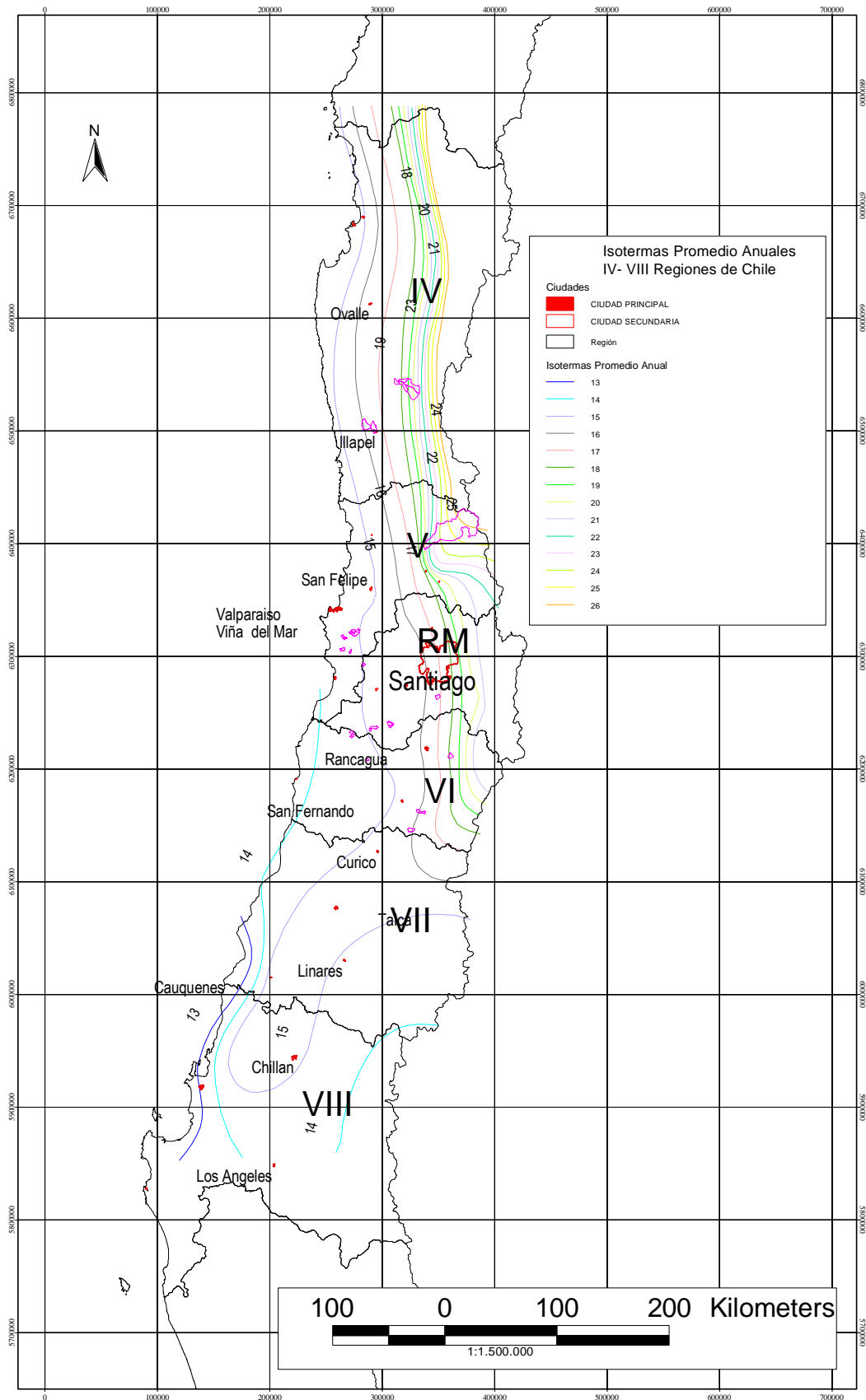
La superficie de pastizales de la provincia es de 511.481 ha., de las cuales 4.105 ha. Son de pasturas y 488.481 de praderas. La mayor cantidad de ganado corresponde a bovinos y caprinos con 44.447 UA y 21.469 UA, respectivamente. La productividad secundaria de la provincia es de 6.655 ton al año. La carga animal es de 5,39 ha/UA/ año, lo cual produce 13,02 kg/ha de peso vivo.



**Figura 6. Carta Provincias Ecológicas de la IV a la VIII Regiones (Gallardo y Gastó, 1985; Gastó, Silva y Cosío, 1990)**

### **3.4. *Temperaturas***

En la Carta Isothermas promedio anual IV a VIII Regiones de Chile (Figura 7) se representan las líneas o isothermas de los límites aproximados de temperaturas promedio anuales a lo largo del país. Estas van desde los 13° C a los 26° C según corresponda. Esta información se generó a partir de los datos generados en diversas estaciones climáticas a lo largo del país en un periodo promedio de 37 años de recopilación de datos. Los promedios de temperatura van aumentando desde mar a cordillera y de sur a norte. Demostrándose claramente la influencia de la latitud y el efecto del océano sobre la temperatura.



**Figura 7** Carta Isotermas promedio IV a VIII Regiones (Ministerio de Agricultura y Departamento Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola, 1958)

### **3.5. Pluviometría**

En la Carta Isoyetas IV a VIII Regiones se muestra el promedio anual de precipitaciones. Las isoyetas permiten determinar un área en la cual la precipitación anual en milímetros por año se distribuye entre los valores dados por las isoyetas (Figura 8). En Chile esta distribución no es uniforme para todo el país, debido a su gran longitud, que está influenciada por factores de muy diversos órdenes.

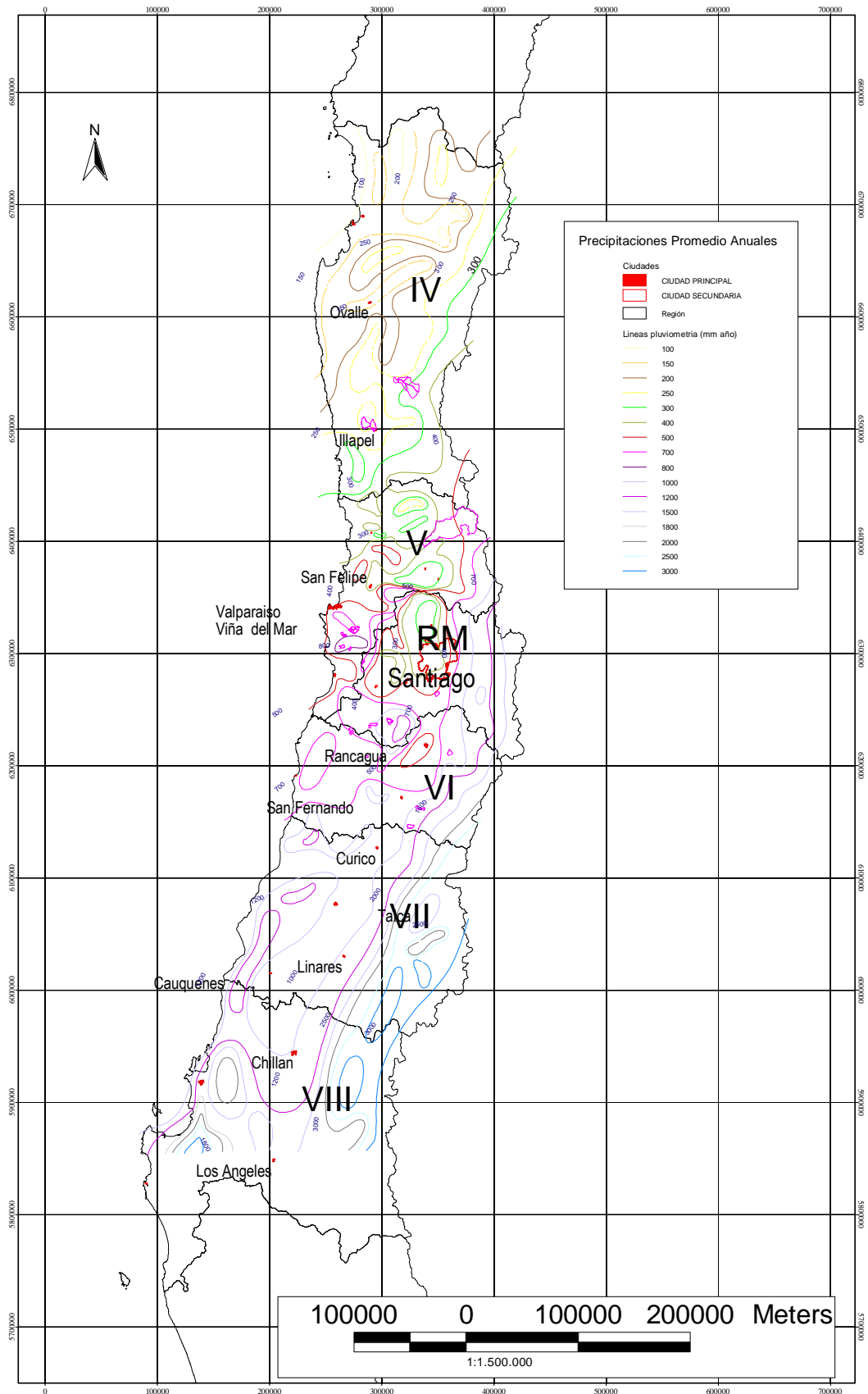
Las precipitaciones aumentan hacia el sur y aunque su origen sea en realidad ciclónico, la cantidad que se relaciona al relieve. Siendo estas mayores en la costa que en la planicie central y mucho mayores aun en los Andes.

El régimen pluviométrico de Chile se distingue por tener en verano un periodo largo sumamente seco que va disminuyendo de intensidad y duración hacia el sur y otro periodo sumamente húmedo que principia en mayo y dura hasta agosto.

En la zona en estudio se encuentran precipitaciones que van desde 110 mm/año en La Serena, 300 mm/año en la costa de Aconcagua, a 500 mm/año en Talcahuano y con zona de serranías en las que se llega a tener de 700 a 1000 mm/año.

Para este estudio se tomó en cuenta el periodo entre 1913 a 1954 en que se recolectaron datos de distintas estaciones climatológicas.

En la Figura 8 se aprecia la influencia del relieve en las precipitaciones las que varían desde los 250 mm/año hasta 1200 mm/año a pocos cientos de kilómetros de distancia, coincidiendo el área de mayor precipitación con las mayores alturas de las cordilleras.



**Figura 8. Carta Isoyetas IV a VIII Regiones (Ministerio de Agricultura y Departamento Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola, 1958)**

### 3.6. Geoforma

Las diferentes clases de geoformas pueden ser descritas en base a los Distritos, basados en Murphy (1968), como criterio de clasificación la pendiente, siendo que a ella se asocian procesos geomorfológicos característicos en cualquier ambiente morfoclimático.

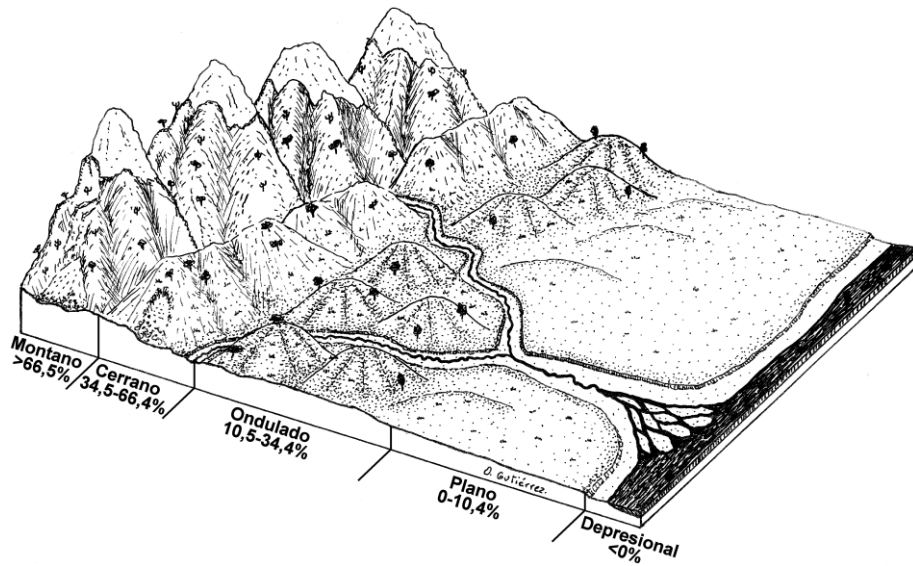
Por otra parte, al igual que las pendientes, se les adjetiva con el nombre vulgar de la geomorfa, caracterizada por presentar con la mayor frecuencia cada uno de los rangos de pendiente establecidos. El Distrito es el cuarto nivel jerárquico del sistema de clasificación de ecorregiones (Gastó, Cosío y Panario, 1993).

El Distrito representa las grandes divisiones geomorfológicas de áreas climáticas homogéneas representadas por la provincia (Gastó, Cosío y Panario, 1993).

Las clases de Distrito son las siguientes (Panario, Gallardo y Gastó, 1988):

- Depresional: son depresiones que presentan pendientes menores de 0,0%
- Plano: son áreas de llanos de terrazas, valles o lomadas con pendientes de 0,0 a 10,4%
- Ondulado: son colinas con pendientes predominantes de 10,5 a 34,4%
- Cerrano: son cerros con pendientes predominantes de 34,5 a 66,4%.
- Montano: son montañas con pendientes predominantes de 66,5% o mayores.

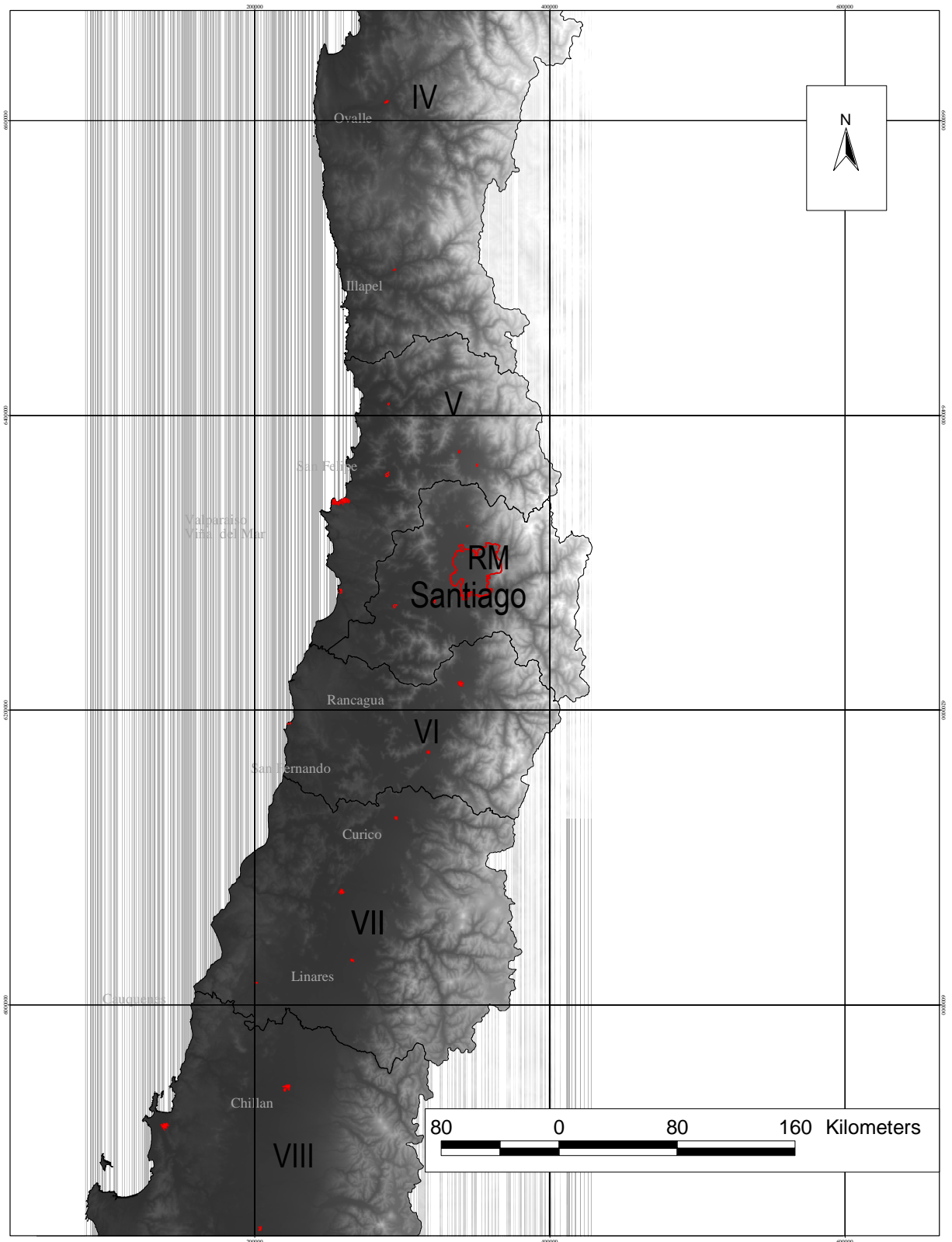
La geoforma es relevante para determinar las ubicaciones de las plantaciones de *Q. saponaria*. En Chile (IV a VIII Regiones) la geoforma se compone de Cordillera de los Andes y Valles Transversales en la zona norte, mientras que en la zona sur se presenta la misma cordillera, Valle Central y Cordillera de la Costa (Figura 11) generándose diversas cuencas dentro de cada Ecorregión. De esta forma, es posible encontrar predominancia de ciertas exposiciones en distintas zonas (Figura 12). Por otra parte, toda cuenca presenta zonas montañosas, laderas, pie de monte, planicies y cauces y/o afloramientos de agua (Figuras 9 y 10). En este contexto es posible diferenciar la calidad de los suelos siendo los pie de monte ricos en nutrientes y de altas profundidades del suelo. Las planicies pueden recibir alta tecnología sin degradar su capacidad productiva por lo que pueden establecerse plantaciones con mayor probabilidad de éxito.



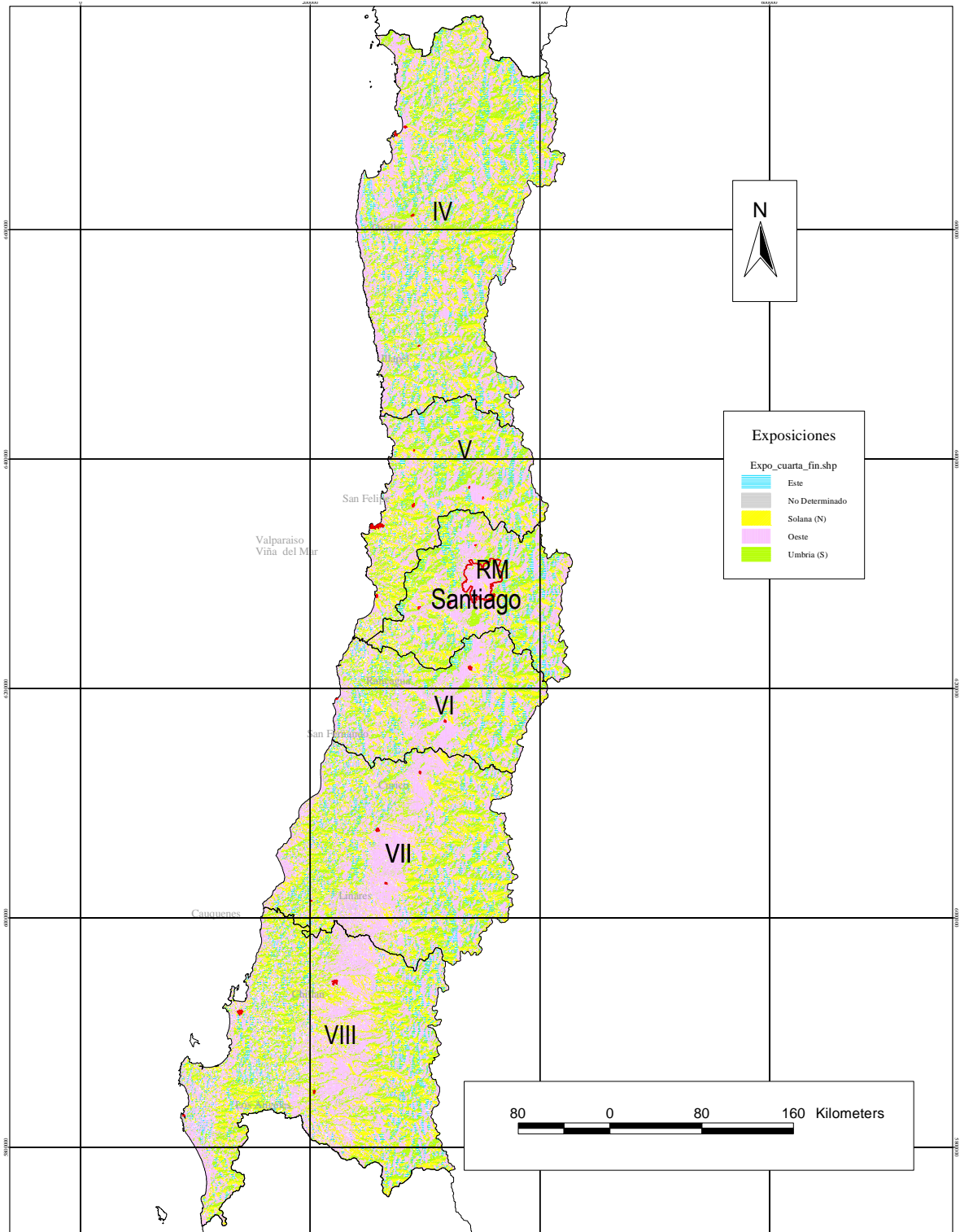
**Figura 9. Esquema de una cuenca, en la que se presentan todos los distritos (Gastó et al., 2002)**



**Figura 10. Paisaje cultural rural de la Cordillera de la Costa de la región de Curico, donde están representadas las geoformas de la figura superior**



**Figura 11. Modelo de Elevación Digital de la IV a la VIII Regiones (Jarvis, Reuter, Nelson y Guevara, 2006)**



**Figura 12. Exposiciones predominantes entre la IV y VIII Regiones de Chile (generado a partir de curvas de nivel de IGM, Lacomas, 2007)**

### 3.7. Principales cuencas de Chile Regiones IV a VIII

De acuerdo a la denominación utilizada en el Mapa Hidrogeológico de Chile escala 1:2.500.000 de la Dirección General de Aguas, 1986, la cual presenta una división del territorio chileno en 3 provincias hidrogeológicas, de las cuales se presentan en el área de estudio 2 tipos de provincias, definidas así en relación a la respuesta frente a los patrones de escurrimiento que a grandes rasgos se observan en el continente sudamericano (Figura 13). Se tiene:

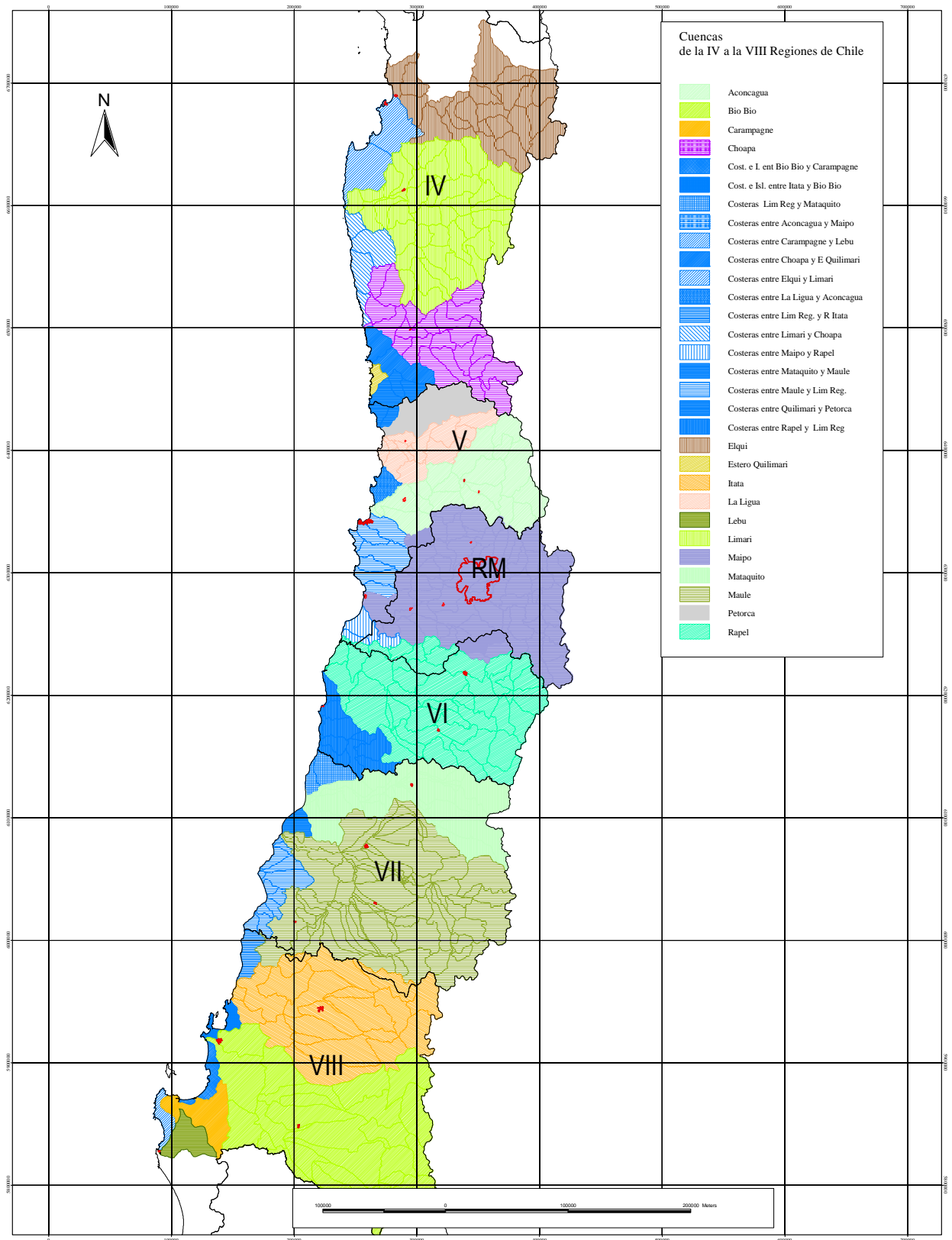
**1** La provincia de las **cuencas costeras**, la cual se distribuye entre los 19° a los 41° LS, y corresponde a todas aquellas cuencas que no tienen alcance andino, incluye todas las cuencas que se vierten al Pacífico. Este tipo de cuencas está directamente relacionado con la presencia de la Cordillera de la Costa, por lo que sólo se encuentra desde el Norte de Chile hasta Puerto Montt. Las cuencas costeras de la zona de los canales y de la Pampa Magallánica se desarrollan en plena cordillera andina. Frente al sector Central-Sur del país se presenta la subprovincia de costeras exorreicas, cuyos rellenos son más finos que los presentes en la depresión intermedia, tienen espesores de hasta 100 m, y son alimentados por las precipitaciones de la Cordillera de la Costa. Los pozos tienen productividades medianas y calidad de agua buena con excepción de los lugares en donde se produce intrusión salina.

**2** La provincia **andina de vertiente al Pacífico** extendida por todo el resto del país, el cual, es sumamente heterogéneo en todo sentido, incluidas sus características hidrogeológicas:

- existencia de formaciones con características de acuíferos
- naturaleza de tales formaciones
- características de los procesos de recarga (clima)
- Características de los procesos de descargas naturales y artificiales.

En el sector entre los 27° a 33° LS se desarrolla la Subprovincia Valles Transversales en la cual, la existencia de acuíferos está directamente ligada a los rellenos cuaternarios fluviales de las cajas de los ríos. La alimentación proviene de la infiltración de los recursos superficiales. Los acuíferos tienen espesores variables de pocos metros hasta aprox. 200 m. La calidad del agua se presenta en general buena en la cabecera de los ríos sufriendo deterioros graduales por salinización aguas abajo en las zonas costeras.

La subprovincia Central-Sur se ubica en la zona entre los 33° a 42° LS, en este caso la ocurrencia de acuíferos está ligada al desarrollo de la unidad fisiográfica de la Depresión Intermedia. Las napas subterráneas, alimentadas por los cauces superficiales, derretimiento e infiltración directa de lluvias, ya no están limitadas a los cauces de los ríos, sino que ocupan amplios sectores del relleno cuaternario no consolidado de la depresión. Dicho relleno es muy heterogéneo, y está constituido esencialmente por material de acarreo fluvial, y más al sur, fluvio-glacial, proveniente de la Cordillera de Los Andes. El escurrimiento de estas napas se produce fundamentalmente en forma paralela al escurrimiento superficial, en dirección Cordillera-Mar. Es de naturaleza libre a semiconfinada, y localmente confinada debido a la existencia de importantes depósitos impermeables arcillosos y/o volcánicos. Los rellenos presentan espesores variables, de pocos metros en los sectores precordilleranos hasta algunos cientos de metros en el centro de la depresión, y decrecientes hacia la Cordillera de la Costa, donde el agua subterránea tiende a aflorar. Las productividades de los pozos son en general muy elevadas ( $> 10 \text{ m}^3/\text{h/m}$ ), y la calidad del agua llega a ser excelente ( $< 500 \text{ mg/l}$ ).



**Figura 13. Carta Cuencas Principales entre la IV y VIII Regiones de Chile basado en DGA, 1986 (Gálvez 2008)**

**Cuadro 2. Principales Cuencas Hidrográficas entre la IV y VIII Regiones (DGA, 1986)**

<b>Región</b>	<b>Cuenca</b>
IV	Choapa Costeras entre Choapa y Estero Quilimari Costeras entre Elqui y Limari Costeras entre Limari y Choapa Costeras entre Estero Quilimari y Petorca Estero Quilimari Elqui
V	Aconcagua Costeras entre Aconcagua y Maipo Costeras entre La Ligua y Aconcagua Costeras entre Maipo y Rapel Costeras entre Estero Quilimari y Petorca La Ligua Petorca
RM	Maipo Costeras entre Maipo y Rapel
VI	Costeras entre Limite Regional y Rapel
VII	Costeras entre Limite Regional y Mataquito Costeras entre Mataquito y Maule Costeras entre Limite Regional y Maule Mataquito Maule
VIII	Bio Bio Carampagne Costeras e Islas entre Bio Bio y Carampagne Costeras e Islas entre Itata y Bio Bio Costeras entre Carampagne y Lebu Costeras entre Limite Regional y Río Itata Itata Lebu

### **3.8. Asociaciones de Suelos**

La Carta Asociaciones de Suelos, generadas a partir de la digitalización y atribución de los mapas realizados en el Plan de Desarrollo Agropecuario 1965 –1980, el cual generó un estudio del uso potencial de los suelos de Chile, realizado por el Ministerio de Agricultura en 1968 (Figura 14). Dicho estudio fue basado en el proyecto aereofotogramétrico OEA/BID/CHILE y otros antecedentes disponibles.

Los suelos del país, excluyendo la Cordillera de los Andes se agruparon según las series y asociaciones de suelos que tiene mayor similitud por sus posibilidades de uso. En el estudio, se estimó más conveniente hacerlo en base a criterios que consideraron.

#### **Suelo Aluvial**

Son suelos que han sido formados a partir de materiales mixtos, andesíticos y basálticos sobre diversos sustratos. Hacia el sur aumenta la cantidad de sedimentos fluviales, de materiales diversos. Estos suelos presentan una textura variable, su profundidad varía de media a alta, drenaje medio a lento. Hacia el sur presentan un aumento de la frecuencia en el anegamiento debido su ubicación en el relieve y mayor proporción de cenizas volcánicas. En algunos sitios, son ricos en materia orgánica a nivel superficial (en el sur). Las limitantes más frecuentes se presentan en aquellos suelos de textura arcillosa y drenaje lento.

#### **Suelo Lacustre**

Suelos formados a partir de sedimentos lacustres. Son suelos de textura arcillosa, profundidad media y drenaje que varía de medio a restringido. Las limitantes más frecuentes son textura arcillosa, drenaje restringido, profundidad media.

#### **Suelo Granítico**

Son suelos cuyo material de origen es un material intrusivo con procesos de meteorización avanzados y ricos en cuarzo. Las limitantes más frecuentes son baja disponibilidad de agua; frecuentes restricciones de drenaje interno, bajo contenido de materia orgánica, deficiencias nutricionales (N, P y B), alta erodabilidad de estos suelos como consecuencia de usos anteriores intensivos o inadecuados. Se dividen en suelos:

- Graníticos de lomajes y cerros: son suelos de formación in situ dada las características geomorfológicas en que predominan las pendientes. La profundidad es variable y el drenaje moderado a rápido.
- Graníticos depositacionales: son suelos formados ex situ, por erosión geológica de los suelos graníticos de lomajes y cerros. La geomorfología predominante es plana a ondulada y la profundidad media a profunda

#### **Suelo de Rocas Metamórficas**

En cuanto a material de origen, están formados principalmente por esquistos, micaesquistos y pizarras. La textura es variable según el grado de evolución del suelo aunque generalmente es franca. Frecuentemente la topografía presenta laderas convexas, y consecuentemente la profundidad del suelo disminuye hacia la base de los cerros cuando la pendiente es muy pronunciada, aunque las variaciones de profundidad pueden ser muy grandes en áreas pequeñas. Las limitantes más frecuentes son profundidad media a delgados; drenaje lento a restringido (hidromórfico) en planicies y depresiones; bajo contenido de materia orgánica en áreas erosionadas en la zona norte; deficiencias nutricionales en P, K y Mg.

### **Suelo Rojo**

Son suelos formados a partir de cenizas volcánicas antiguas, puras o mezcladas con otros sedimentos. Su textura es franco arcillosa a arcillosa y el drenaje frecuentemente es restringido por las características del subsuelo cuando el relieve es plano. La profundidad se relaciona mucho a la topografía, de tal manera que disminuye en las cumbres y laderas altas, aumenta en las laderas bajas especialmente cuando éstas son cóncavas y vuelve a disminuir en los planos bajos y/o de drenaje natural. Las limitantes más frecuentes son: poca profundidad; drenaje restringido; baja disponibilidad de agua para las plantas; acidez; deficiencias de N, P y B; compactación.

### **Suelo Pumicítico**

Son suelos formados por antiguos depósitos de pumicítas y materiales de piedra pómez. Presentan una profundidad delgada a media, textura arcillosa y frecuentemente con drenaje restringido. Las limitantes más frecuentes son: profundidad delgada, drenaje lento.

### **Suelo Trumao**

Son suelos formados por cenizas volcánicas modernas transportadas en forma eólica o aluvial. Estos suelos se formaron sobre otros por lo que cubren diversos materiales como arenisca, gravas de ríos, conglomerados volcánicos, rocas de esquistos metamórficos, sedimentos marinos, suelos rojo arcillosos, entre otros. Los de lomajes y cerros presentan altas variabilidades en la profundidad mientras que los aluviales son más homogéneos. El contenido de materia orgánica generalmente es alto y aumenta en zonas de alta humedad (hacia el sur). Dentro de este grupo, los ñadis constituyen una fase de evolución más avanzada. La posición en el relieve causa que sean planos, receptores del agua evacuada de sectores colindantes más elevados. En los meses lluviosos el agua se acumula en estos suelos debido al relieve y la impermeabilidad causada por la acumulación de óxidos de sílice y aluminio principalmente.

Las limitantes más frecuentes son: alta acidez; baja disponibilidad de P (alta fijación de P por alto nivel de aluminio activo), B, Mg; pie de arado.

### **Suelo de Terrazas Marinas**

Son suelos formados a partir de rocas sedimentarias, como antiguos fondos marinos. Su textura es franca predominantemente y su profundidad es media a alta. Las limitantes más frecuentes son: acidez, alto nivel de aluminio y fijación de P; deficiencias de P; drenaje restringido en sectores planos; susceptibilidad a la compactación.

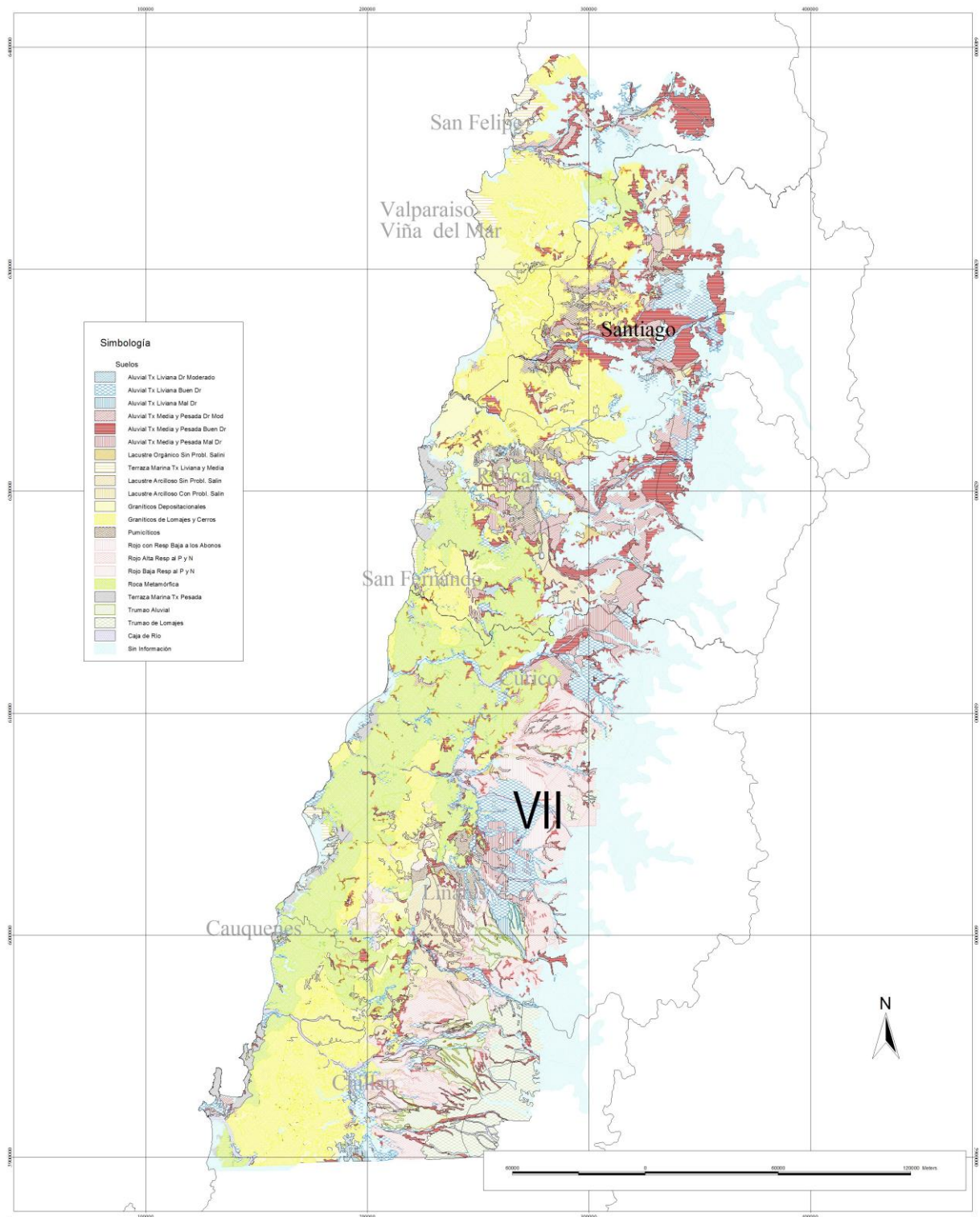


Figura 14. Carta Asociaciones de Suelos (Ministerio de Agricultura, 1968)

### 3.9. Pisos Vegetacionales

Según la clasificación de los pisos vegetacionales, dentro del área de estudio la especie *Q. saponaria* puede presentarse en distintos tipos de bosque esclerófilo:

- 1) Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus*
- 2) Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithrea caustica* y *Azara integrifolia*
- 3) Bosque esclerófilo psamófilo mediterráneo interior de *Quillaja saponaria* y *Fabiana imbricada*
- 4) Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Lithrea caustica* y *Lomatia hirsuta*

**Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus***

Descripción: Bosque esclerófilo dominado por *Lithrea caustica* y *Peumus boldus* en el dosel superior y con presencia más ocasional de *Quillaja saponaria* y *Cryptocarya alba*, pero que generalmente asume la forma de un matorral arborescente producto de la fuerte extracción que ha sufrido. La estrata arbustiva está conformada por *Satureja gilliesii*, *Podanthus mitiqui*, *Colletia hystrix* y *Retanilla trinervis*, gramíneas y algunas geófitas en la estrata herbácea. Incluye las asociaciones de *Lithrea caustica*-*Peumus boldus* como comunidad típica y *Chusquea cumingii* con menor frecuencia. La vegetación azonal se compone de los bosques pantanosos de Mirtáceas con *Crinodendron patagua* en zonas pantanosas y cursos de agua, que en algunos lugares es reemplazada por comunidades de *Pluchea absinthioides*-*Baccharis pingraea*, con un carácter ruderal.

Composición florística: *Alstroemeria revoluta*, *Aristotelia chilensis*, *Baccharis linearis*, *Baccharis rhomboidalis*, *Calceolaria dentata*, *Chusquea cumingii*, *Colletia hystrix*, *Colliguaja odorifera*, *Cryptocarya alba*, *Eryngium paniculatum*, *Escallonia pulverulenta*, *Gochnatia foliolosa*, *Lithrea caustica*, *Muehlenbeckia hastulata*, *Nassella chilensis*, *Peumus boldus*, *Podanthus mitiqui*, *Proustia pyrifolia*, *Quillaja saponaria*, *Retanilla trinervis*, *Ribes punctatum*, *Satureja gilliesii*, *Sophora macrocarpa* (Amigo et al. 2000).

Dinámica: La corta reiterada y la quema de vegetación produce un cambio en la fisionomía de la vegetación, desde un bosque a un matorral esclerófilo, donde el rebrote de las especies arbóreas dominantes con capacidad de regeneración vegetativa cambian de un hábito arbóreo a uno arbustivo, lo que va acompañado por la invasión de especies arbustivas propias de ambientes más secos como *Baccharis linearis*, *Muehlenbeckia hastulata* o *Retanilla trinervis*. La presión de pastoreo de estos ambientes lleva progresivamente a una pérdida de los elementos arbóreos característicos y a la incorporación de elementos del matorral espinoso de *Acacia caven*. Se ha planteado que la exclusión del pastoreo puede permitir la recuperación del bosque esclerófilo.

Distribución: Laderas orientales de la Cordillera de la Costa y depresión intermedia de la Región del Maule y norte del Bío Bío, entre 300 y 600 m, por sobre el piso anterior, asociado a las formaciones vegetacionales de Matorral espinoso del secano interior, Bosque esclerófilo maulino y Bosque esclerófilo montano, en el piso bioclimático mesomediterráneo subhúmedo oceánico.

**Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithrea caustica* y *Azara integrifolia***

Descripción: Piso de vegetación boscosa esclerófila en que la estrata arbórea está dominada por *Lithrea caustica*, *Cryptocarya alba* y *Azara integrifolia*, mostrando un carácter más oceánico que el piso anterior, con presencia de elementos del bosque caducifolio maulino. Se encuentra muy diversificada siendo importante la presencia de las leñosas *Lomatia hirsuta*, *Rosa rubiginosa*, *Sophora macrocarpa* y *Myrceugenia obtusa* y de las epífitas *Bomarea salsilla*, *Lardizabala biternata* y *Proustia pyrifolia* como elementos característicos locales. Incluye las asociaciones de *Lithrea caustica*-*Azara integrifolia* en la mayor parte de su extensión, pero en los sectores más próximos al mar, especialmente farellones costeros se encuentran las comunidades de *Nolana paradoxa*-*Neoporteria chilensis* y *Griselinia scandens*. La vegetación azonal se compone de bosques de Mirtáceas con presencia de *Crinodendron patagua*, asociados a zonas pantanosas y cursos de agua. El conjunto de la unidad se encuentra fuertemente fragmentada siendo en algunos lugares

reemplazada por una comunidades ruderales de *Teline monspessulanus-Sarothmanus scoparius* y de *Pluchea absinthioides-Baccharis pingraea* en algunos cursos de agua.

**Bosque esclerófilo psamófilo mediterráneo interior de *Quillaja saponaria* y *Fabiana imbricata***

Descripción: Bosque esclerófilo, dominado en el dosel superior por *Quillaja saponaria* y *Lithrea caustica*, con presencia importante de *Fabiana imbricata* en la estrata arbustiva, que ocasionalmente se presenta en poblaciones puras. A pesar de que ocupa la posición latitudinal más austral del bosque esclerófilo, se desarrolla sobre condiciones de sustrato arenoso o pedregoso con escasa capacidad de retención, generando condiciones de déficit hídrico en el suelo y una fisonomía vegetacional más xeromórfica y pobre en especies que las unidades anteriores. La comunidad más representativa es la de *Quillaja saponaria-Fabiana imbricata*, con presencia de *Lithrea caustica-Azara integrifolia* en situaciones de suelos menos arenosos. La vegetación azonal está compuesta por bosques pantanosos de *Myrceugenia exsucca* y *Blepharocalyx cruckshanksii*, con presencia de *Drimys winteri* y *Persea lingue*, pero en los cursos de agua la vegetación es a veces reemplazada por comunidades ruderales de *Pluchea absinthioides-Baccharis pingraea* o *Acacia dealbata*.

Composición florística: *Aira caryophylla*, *Fabiana imbricata*, *Haplopappus integerrimus*, *Lithrea caustica*, *Maihuenia poeppigii*, *Quillaja saponaria*, *Schinus polygamus*.

Dinámica: A pesar de que no existen mayores antecedentes sobre la dinámica de este piso de vegetación, es posible suponer que la principal fuente de alteración es el reemplazo por plantaciones de *Pinus radiata*, y que las áreas remanentes actúan como receptoras de plantas introducidas provenientes de las plantaciones.

Distribución: Se distribuye en zonas arenosas de la vertiente oriental de la Región del Bío Bío en la formación vegetacional de Bosque esclerófilo de los arenales, bajo la influencia del piso bioclimático mesomediterráneo subhúmedo oceánico.

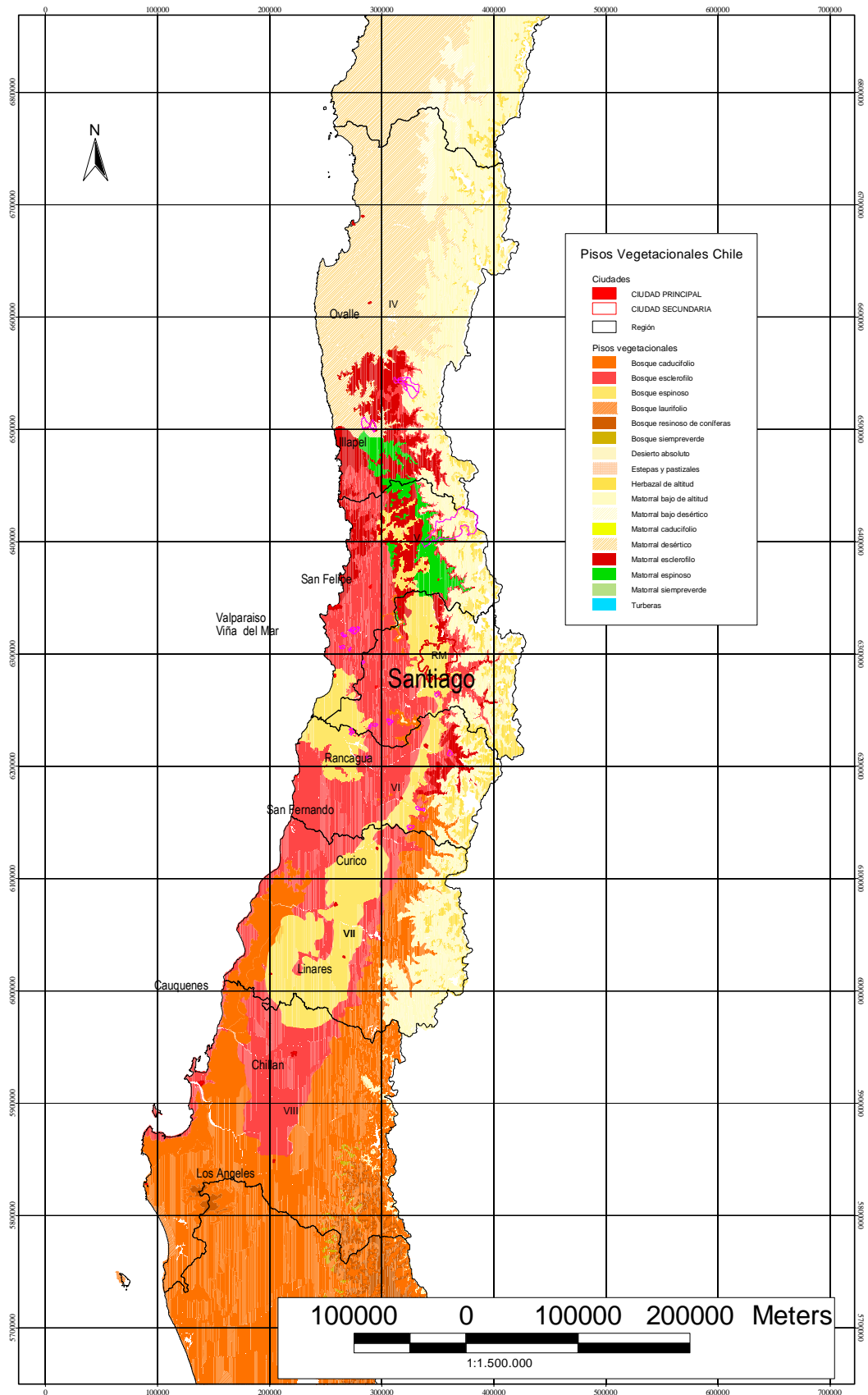
**Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Lithrea caustica* y *Lomatia hirsuta***

Descripción: Formación boscosa esclerófila dominada por *Lithrea caustica*, *Cryptocarya alba*, *Peumus boldus*, *Kageneckia oblonga* y *Lomatia hirsuta* en el estrato arbóreo, *Sophora macrocarpa*, *Aristolelia chilensis*, *Azara petiolaris*, *Escallonia pulverulenta*, *Lomatia dentata* y *Psoralea glandulosa* en el estrato arbustivo, *Nassella chilensis* en la estrata herbácea y las epífitas *Bomarea salsilla* y *Proustia pyrifolia*. En su límite superior contacta con el bosque caducifolio, compartiendo algunas especies en la zona ecoclinal. La comunidad vegetal tipo más representativa de este piso de vegetación es la de *Lithrea caustica-Azara integrifolia*. Las comunidades azonales están dominadas por *Luma chequen* y *Persea lingue*, ubicadas en suelos inundados y cursos de agua. En las partes más bajas de su distribución ha sido reemplazada por áreas de cultivo.

Composición florística: *Adesmia denticulata*, *Adiantum chilense*, *Adiantum scabrum*, *Aristolelia chilensis*, *Azara integrifolia*, *Azara petiolaris*, *Baccharis linearis*, *Baccharis rhomboidalis*, *Berberis actinacantha*, *Blechnum hastatum*, *Bomarea salsilla*, *Calceolaria dentata*, *Chusquea cumingii*, *Colletia hystrix*, *Cryptocarya alba*, *Cynanchum pachyphyllum*, *Eryngium paniculatum*, *Escallonia pulverulenta*, *Gochnatia foliolosa*, *Kageneckia oblonga*, *Lardizabala biternata*, *Lithrea caustica*, *Lomatia hirsuta*, *Luma apiculata*, *Maytenus boaria*, *Myrceugenia obtusa*, *Nassella chilensis*, *Peumus boldus*, *Proustia pyrifolia*, *Psoralea glandulosa*, *Quillaja saponaria*, *Ribes punctatum*, *Rosa rubiginosa*, *Rubus ulmifolius*, *Sophora macrocarpa*, *Teucrium bicolor*, *Triptilion spinosum*, *Viola portalesia* (Amigo et al. 2000).

Dinámica: Los patrones dinámicos para este piso de vegetación son similares a los descritos para el Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus*. Este tipo de vegetación invade y sustituye las áreas del bosque caducifolio adyacente cuando es alterado.

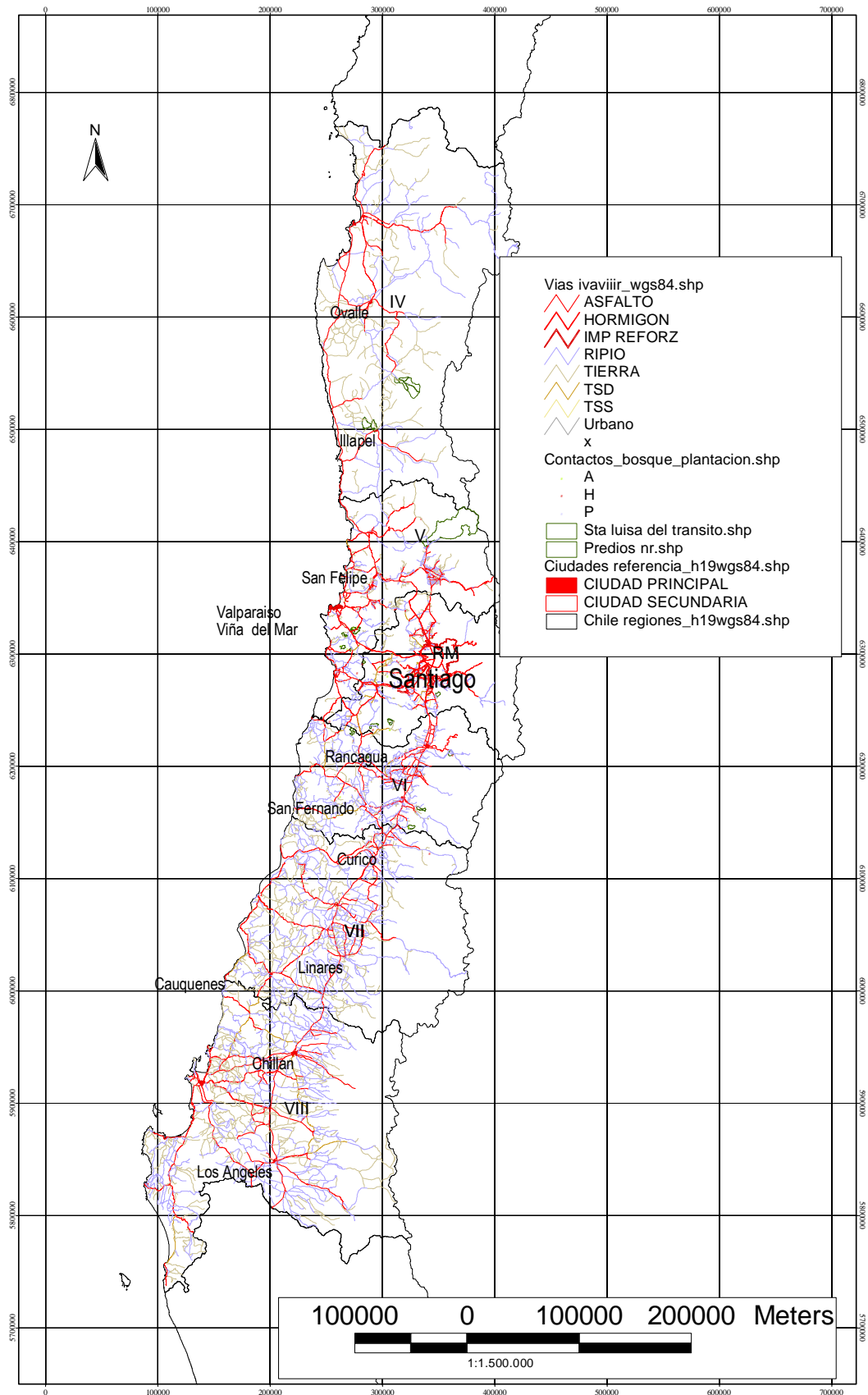
Distribución: Laderas bajas andinas de la Región del Maule y marginalmente en la del Bío Bío, entre 330 y 850 m, en la formación vegetacional de Bosque esclerófilo montano, piso bioclimático mesomediterráneo subhúmedo-húmedo oceánico.



**Figura 15. Carta Pisos Vegetacionales IV a VIII Regiones (Luebert y Pliscoff, 2004).**

### **3.10. Accesibilidad**

En cuanto a la red de caminos vehicular Santiago es la ciudad que más conectividad presenta con el resto de las localidades (Figura 15). Hacia el sur las vías principales se ubican en el Valle Central y desde ahí se accede hacia la Costa o la Cordillera de los Andes. Hacia el norte en cambio, las vías principales se ubican principalmente en la zona costera y desde ahí puede accederse a los Valles Transversales.



**Figura 16. Carta vías principales IV a VIII Regiones (SIA MOP Red caminera, 2006)**

### **3.11. Reflexiones acerca de la información territorial existente**

En Chile existe una base cartográfica relativamente buena, generada principalmente por el Instituto Geográfico Militar (IGM), Servicio Aéreo Fotogramétrico (SAF) y el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). Sin embargo, en general la resolución de esta información permite utilizarla a nivel regional y no predial.

Por otra parte, la información territorial en Chile se encuentra bastante disgregada en los distintos servicios públicos y en diferentes proyecciones cartográficas. Además se encontró información relevante (isotermas, isoyetas y suelos) disponible sólo en formato análogo y no digital, por lo que fue necesario realizar la digitalización para los objetivos de este estudio.

Hoy en día existen muchas cartografías generadas a partir de imágenes satelitales, lo que permite trabajar a nivel macro y meso en cierta medida, pero toda la información territorial para tomar decisiones a escala predial debe ser levantada mediante visitas a terreno. La calidad del suelo, representada por el Sitio, corresponde a un tipo de información de alta resolución y no está representada en ninguna cartografía según las fuentes consultadas. Este tipo de información, entre otras (ver Capítulo 7), sólo es posible generar mediante visitas a terreno.

En este estudio se utilizó información climática, de relieve y de suelos. Aunque en Chile las plantaciones forestales han tomado importancia desde hace varias décadas, no se encontró una zonificación en base al potencial productivo en biomasa.

## 4. POTENCIAL PRODUCTIVO DE PLANTACIONES DE QUILLAJA SAPONARIA

### 4.1. Estudio de plantaciones en terreno

Antes de caracterizar y estudiar plantaciones de *Quillaja saponaria* (quillay) en terreno se visitaron plantaciones con el objetivo de visualizar el escenario en el cual se trabajaría (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Listado de predios visitados para visualizar la situación general de las plantaciones de *Quillaja saponaria***

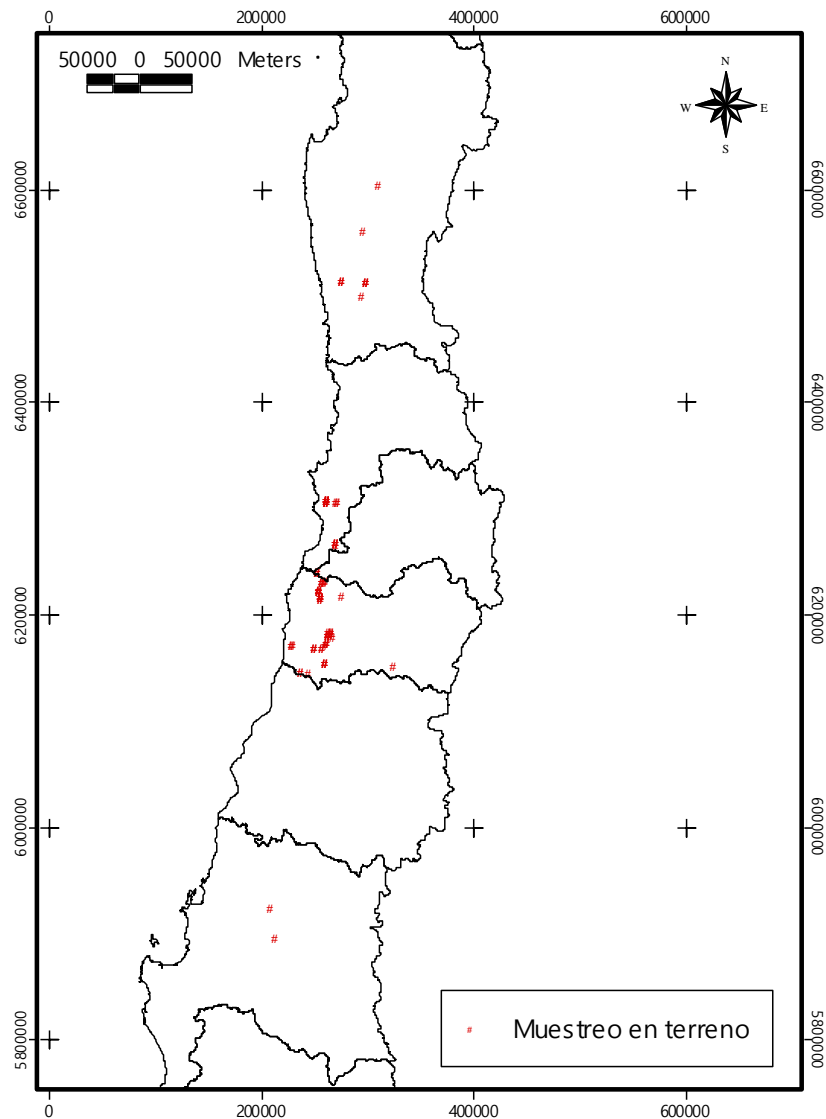
FECHA	REGIÓN	PREDIOS VISITADOS
17-Jul-06	VI	Parc. 24-B Ranquihue, El Rodeo, plantación de La Estrella.
03-Ago-06	V	Santa Luisa del Tránsito
18-Ago-06	VI	Vivero Conaf en Colchagua, El Tranque de Nilahue y plantación ensayo Conaf-Natural Response SA en el sector Colhue

Posteriormente se planificaron los muestreos con un fuerte énfasis en la VI Región a solicitud de los demandantes del estudio. Se muestrearon 27 plantaciones, cinco en la cuarta región, uno en la metropolitana, cuatro en la quinta, quince en la sexta y dos en la octava región (Figura 17). En estas plantaciones se realizaron un total de 97 muestreos (Cuadro 4). Para la obtención de los datos se utilizó la información predial facilitada por la empresa, a través de la cual se pudo acceder a las plantaciones.

Para realizar los muestreos se seleccionaron zonas homogéneas dentro de la plantación, de tal manera que las variables que describían el muestreo (características del sitio, manejo, año de plantación, entre otras) fueran constantes. Una vez seleccionado el sitio se midieron aprox. 30 árboles seleccionados en forma aleatoria, a excepción de un caso de propagación natural en el predio Agua Fría Alta (Comuna de Canela, IV Región) por semilla en el cual se midieron además los mejores individuos en un área determinada con el objetivo de observar el mejor resultado posible en esa situación.

Para los muestreos en terreno se generó una ficha y un formulario con los códigos para llenarla (Anexo 2), lo cual sirvió para homogeneizar y sistematizar la información relevante a la plantación estudiada. En ella se describe la localización administrativa (predio, comuna, región) y geográfica (coordenadas UTM y altitud), las características del sitio, establecimiento y manejo de la plantación. En la misma ficha se detalla, para cada individuo de *Q. saponaria* medido, un Índice de Arquitectura, diámetro a la altura del pecho (DAP), diámetro a la altura del cuello (DAC) y estatura.

Entre las características del sitio se registraron las siguientes variables: Distrito o pendiente, geoforma, posición fisiográfica, textura y profundidad del suelo, hidromorfismo, exposición e inundaciones. Las variables de establecimiento consistieron en preparación de suelo, herbicidas, enmiendas, tipo de planta, tamaño de maceta, mulch (manta plástica), fertilización, protección individual y riego. Esta información fue obtenida en terreno por observación *in situ* y a través de comunicación personal con propietarios y operadores forestales. También se registraron variables de manejo como fertilización, riego, podas, protección y cuidados.



**Figura 17. Localización geográfica de los lugares donde se realizaron mediciones de plantaciones de *Q. saponaria* en terreno**

Para cada plantación muestreada se registró su ubicación en coordenadas UTM con el propósito de determinar, en el sistema de información geográfico generado, las siguientes variables:

- Temperatura Media Anual (Isotermas)
- Precipitación Media Anual (Isoyetas)
- Tipo de Suelo según su material de origen.
- Provincias Ecológicas: se define según características climáticas, temperatura y precipitaciones (Gastó, Cosío y Panario, 1993).

Los instrumentos utilizados para las mediciones fueron los siguientes:

- Sistema de Posicionamiento Global (GPS)
- Clinómetro
- Brújula
- Barreno

- Pie de metro
- Forcípula
- Huincha de medir
- Hipsómetro

**Cuadro 4. Listado de predios en los cuales se muestrearon las plantaciones de *Quillaja saponaria***

REGION	COMUNA	PREDIO	FECHA	SUPERFICIE PLANTADA (ha)	AÑO PLANTACIÓN	DATUM	HUSO	Coord. UTM (N,E)	
IV	Canela	Propagación por semilla "Agua Fría Alta"	16-11-2006		2000 (propagación por semilla)	WGS84	19	6513715	276505
IV	Illapel	Cerro Pajaritos	17-11-2006	9,19 (rodales que incl. Quillay)	1984, 1985	WGS84	19	6499515	294554
IV	Illapel	RN Las Chinchillas	17-11-2006	aprox. 3	1994	WGS84	19	6512299	299755
IV	Combarbalá	Comunidad Agrícola Jiménez y Tapia	17-11-2006	aprox. 5	1998	WGS84	19	6560565	297371
IV	Montepatria	Muñosana	17-11-2006	aprox. 2	1975	WGS84	19	6603741	311164
RM	San Pedro	Los Álamos Sector Corneche	02-11-2006	4	2003	PSUD56	19	6239123	253241
V	Casablanca	Santa Luisa del Tránsito	24 y 25-08-2006	40	2002 2003 2004 2005 2006	SAD69	19	6306713	262975
V	Casablanca	San Manuel de Canelillo	31-08-2006	20	± 1985		19		
V	San Antonio	Los Cheuques	06-09-2006	25	1974	PSUD56	19	6267202	270394
V	Valparaíso	Reserva Forestal Peñuelas	03-11-2006	aprox. 25	1983, 1988, 2004, 2005, 2006	WGS84	19	6325905	267121
VI	Lolol	Lote C-38 y C-39 Ex.Hda. Lolol	11-09-2006	13,34	2001	SAD69	19	6153440	260588
VI	Pumanque	Parc. 24-B Ranquihue	12-09-2006	4.9	1996 1998 1999	PSUD56	19	6172267	262736
VI	Pumanque	El Tranque de Nilahue	12-09-2006	4.0	1999 2002	PSUD56	19	6169627	249972
VI	Peralillo	Santa Lucía	13-09-2009	20	2003 2005	PSUD56	19	6180106	264221
VI	La Estrella	El Rodeo	14-09-2006	30	2002	PSUD56	19	6214522	256456
VI	Marchigüe	Carrizal	15-09-2006	80	2001	SAD69	19	6231245	260648
VI	Las Cabras	El Manzano	03-11-2006	2	1996	SAD69	19	6217439	276559
VI	Pumanque	La Viñita	08-11-2006	0,86	2003	PSUD56	19	6171088	260960
VI	Paredones	La Loma de la Ruda	08-11-2006	8	2004	WGS84	19	6171421	229879
VI	Paredones	Predio Sin Nombre	08-11-2006		2004	WGS84	19	6145135	237510
VI	Pumanque	Lote 5 Colhue	08-11-2006	1	1999 2006	WGS84	19	6170752	260732
VI	Lolol	Lote 6 Ranguili	09-11-2006	1,5	1999	SUD56	19	6142846	244441
VI	Chimbarongo	Los Rulos de Pidihuinco	09-11-2006	0,5	2002	WGS84	19	6151014	324634
VI	Litueche	El Espinillo	13-11-2006	20	2003	PSUD56	19	6221786	255267
VI	Litueche	Hijuela 3	13-11-2006	10	2003	WGS84	19	6221505	254716
VIII	Bulnes	Santa Clara	24-11-2006		2002	WGS84	18	5911397	736755
VIII	Cabrero	Agrícola y Forestal El Manzano	24-11-2006	aprox. 10	2002	WGS84	18	5883164	740709

### VARIABLES ESTUDIADAS

Se analizaron diversas variables en relación a las plantaciones de *Q. saponaria* (Cuadro 5). En cuanto al clima, se consideraron las precipitaciones anuales y temperatura media anual, siendo ambas relevantes en los resultados obtenidos.

El Sitio es un tipo de tierra que difiere de otras en su capacidad potencial de producción de una cierta cantidad y calidad de vegetación. Es un área de tierra con una combinación de factores edáficos, climáticos y topográficos significativamente diferentes a otras áreas. Las clases de Sitios deben estar definidos por sus atributos más permanentes que los caracterizan, siendo los más relevantes los siguientes: textura, profundidad del suelo e hidromorfismo. Estos atributos son los de mayor jerarquía y persistencia en la clasificación, otros pueden ser considerados cuando se comportan como limitantes del sistema (pendiente, exposición, fertilidad, pedregosidad, materia orgánica e inundaciones).

La textura del suelo es de importancia en la determinación de las características del Sitio según el tamaño de sus partículas. Indica la proporción de partículas de arcillas (menor tamaño de partículas), limo y arena (mayor tamaño de partículas). También se denominan suelos pesados aquellos en los que predomina la arcilla, suelos de textura media aquellos en los que predomina el limo y suelos livianos aquellos en los que predomina la arena.

La profundidad se refiere al suelo efectivo para la planta en el sitio. Ésta se clasifica en suelo delgado cuando es menor a 30 cm, suelo de profundidad media cuando es entre 30 y 80 cm. y suelo profundo cuando es mayor a 80 cm.

El hidromorfismo describe la acumulación de agua en el medio edáfico, ocupando los poros entre las partículas texturales y agrupaciones estructurales. El hidromorfismo está dividido en tres grupos principales: permanente, estacional y no hidromórfico. Cada uno de ellos se divide de acuerdo a la profundidad en: superficial, medio y profundo.

**Cuadro 5. Listado de variables abordadas en este estudio**

PRECIPITACIONES ANUALES	<b>CLIMA</b>
TEMPERATURA MEDIA ANUAL	
TIPO SUELO	<b>DISTRITO Y SITIO</b>
PENDIENTE	
GEOFORMA	
POSICIÓN FISIAGRÁFICA	
TEXTURA-PROFUNDIDAD	
HIDROMORFISMO	
EXPOSICIÓN	
VIENTO	
MATERIA ORGÁNICA	
INUNDACIONES	
CONDICIÓN	<b>JUICIOS DE VALOR</b>
TENDENCIA	
DENSIDAD (PL/HA)	<b>ESTRUCTURA VEGETACIONAL</b>
DOMINANCIA	
SOCIABILIDAD	
TIPO DE PLANTA	<b>ESTABLECIMIENTO</b>
PREPARACIÓN DEL SUELO	
FERTILIZACIÓN	
HERBICIDA	
PROTECCIÓN INDIVIDUAL	
RIEGO	
MULCH	
PODAS	
FERTILIZACIÓN	<b>GESTIÓN</b>
PROTECCIÓN	
RIEGO	
PROCEDENCIA DE LA PLANTA	<b>GENÉTICA</b>
EDAD	<b>FENOTIPO</b>
DAP, DAB	
ALTURA	
MORTANDAD	
ARQUITECTURA	

En cuanto al Distrito y Sitio no se analizó la materia orgánica en el suelo ya que se considera que para determinar su influencia es más adecuado realizar un ensayo. El viento tampoco fue analizado dado que no fue posible establecer un criterio aceptable que midiera su presencia en la plantación. El resto de las variables de este tipo se registraron para evaluar un posible efecto en las plantas.

Las variables de juicio de valor, establecimiento, gestión y genética se registraron en las mediciones en terreno para agrupar los resultados en forma más homogénea y facilitar el análisis de la influencia de las variables climáticas y de Distrito y Sitio. Por ejemplo, los individuos regados no se incluyeron en el análisis de la influencia del Sitio en las plantas, ya que el efecto del riego es relativamente alto y podría llevar a conclusiones falsas.

En relación a la estructura vegetacional no fue posible establecer un análisis importante dada la poca relevancia de la densidad en plantaciones jóvenes. Por otra parte, siendo monocultivos, no existe un efecto relacionado a la dominancia y sociabilidad de la especie.

Para comparar los individuos de *Q. saponaria* se utilizó un Índice de Fitomasa (IF) el cual fue calculado de la siguiente forma:

En los casos donde sólo se midió el DAC:

$$IF = DAC^2 * ALT + DAC^2, \text{ cuando se midió sólo el DAC}$$

En los casos donde se midió el DAP

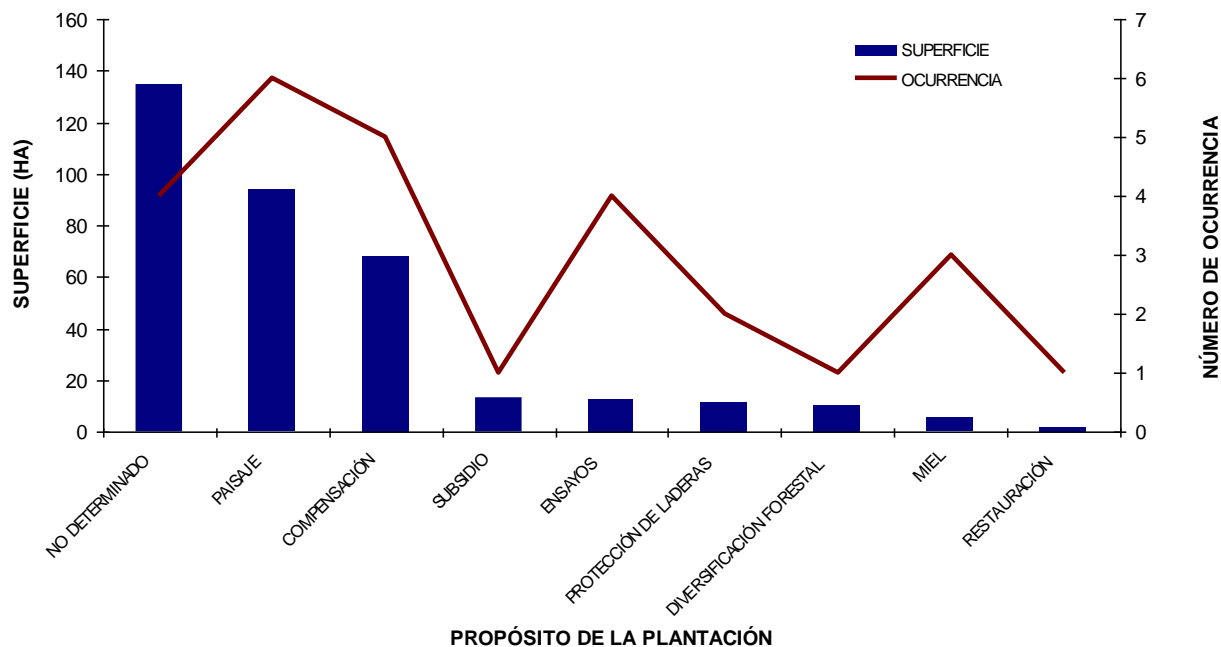
$$IS = (DAP * 1,1)^2 * ALT + (DAP * 1,1)^2$$

Donde,

- DAC: diámetro a la altura del cuello (mm)
- DAP: diámetro a la altura del pecho (mm)
- ALT: altura total (m)

## 4.2. Propósitos y tipo de propietarios de plantaciones

Los propósitos identificados en los estudios en terreno se grafican en la Figura 18 y son variados. La producción de paisaje fue el propósito más frecuente abarcando una superficie total considerable. Este propósito en general se persigue en predios que buscan aumentar la estética del paisaje y consecuentemente el valor del terreno para parcelarlo en el futuro o como atracción de visitantes (viñas). Llama también la atención el propósito de compensación por daños ambientales negativos de algún proyecto. Estas plantaciones en general no son bien cuidadas ya que el dueño sólo busca cumplir con los requisitos legales y no necesariamente le interesan resultados en el largo plazo.



**Figura 18. Propósito de la plantación de *Q. saponaria*, superficie y ocurrencia para cada caso**

La producción de miel monofloral de *Q. saponaria* es atractiva y permite agregar valor al producto en relación a otras mieles. Para producir miel se debe maximizar la producción de flores en el árbol y la floración requiere luz solar para activarse. Por ello, la formación estructural de la población tiene similares propósitos con la formación de árboles frutales. Cabe mencionar que en la dehesa también se optimiza la producción de flores.

Si la altura de los árboles alcanzan los 6-10 metros, la distancia entre individuos debiera ser mayor a 20 metros<sup>1</sup> lo que genera una densidad de 25 árboles/ha. Cabe agregar que un estudio reciente ha estimado que cada individuo de *Q. saponaria* produce aproximadamente 4,2 kg de miel por temporada (Díaz, 2007), por lo que la producción estimada sería de 105 litros/ha. Este valor debe ser corroborado ya que corresponde a un cálculo muy simple del problema.

La restauración de suelos o protección de laderas erosionadas es un propósito interesante, si se considera que existe una creciente superficie con altos grados de erosión en la zona de estudio. Sin embargo, las técnicas para establecer plantaciones en suelos degradados deben ser estudiadas para aumentar la probabilidad de éxito de la plantación. En este sentido, la incorporación de materia orgánica es crucial para restaurar los ciclos biogeoquímicos del suelo. Esto puede realizarse mediante la adición de compost, lodos de plantas de tratamiento de aguas, desechos orgánicos u otro material orgánico. El compost se ha documentado como la opción más efectiva para restaurar las propiedades productivas del suelo dado que los nutrientes se encuentran más disponibles para las plantas (Ros et al. 2003). Por otra parte, el compost implica procesar la materia orgánica lo que aumenta considerablemente sus costos en relación a materia orgánica no procesada. Los lodos presentan problemas por la presencia de metales pesados, sin embargo, no necesariamente es siempre así, dado que los domicilios comúnmente no los emiten.

El propósito de producción de entomofauna benéfica no se encontró en las plantaciones estudiadas, sin embargo se observó en campos de producción orgánica de berries. La tendencia hacia la utilización de principios ecológicos en el manejo de agroecosistemas ha favorecido la utilización del control biológico de plagas, el cual se basa en gran parte en la generación de nichos para la entomofauna benéfica de tal manera de aumentar su presencia en el cultivo para potencial la polinización de éste y la depredación de plagas. Una modalidad de hacerlo es mediante el establecimiento de corredores biológicos que alberguen estas especies. *Q. saponaria* ha sido documentada como atractiva para estos propósitos (Dufour, 2000; Bugg, 1992) y presenta abundante floración por un largo período de tiempo. Díaz (2007) registró visitantes florales en *Q. saponaria* encontrando varias especies benéficas asociadas a la especie (Cuadro 6). De esta forma, los individuos de *Q. saponaria* plantados con este propósito deben maximizar la floración al igual que en el caso de la producción de miel. Dado que los corredores son lineales, se estima que pueden plantarse a una distancia de 10m sobrehilera.

**Cuadro 6. Entomofauna benéfica visitantes en *Quillaja saponaria* registrados en el cerro Manquehue de Santiago, durante los meses de noviembre y diciembre**

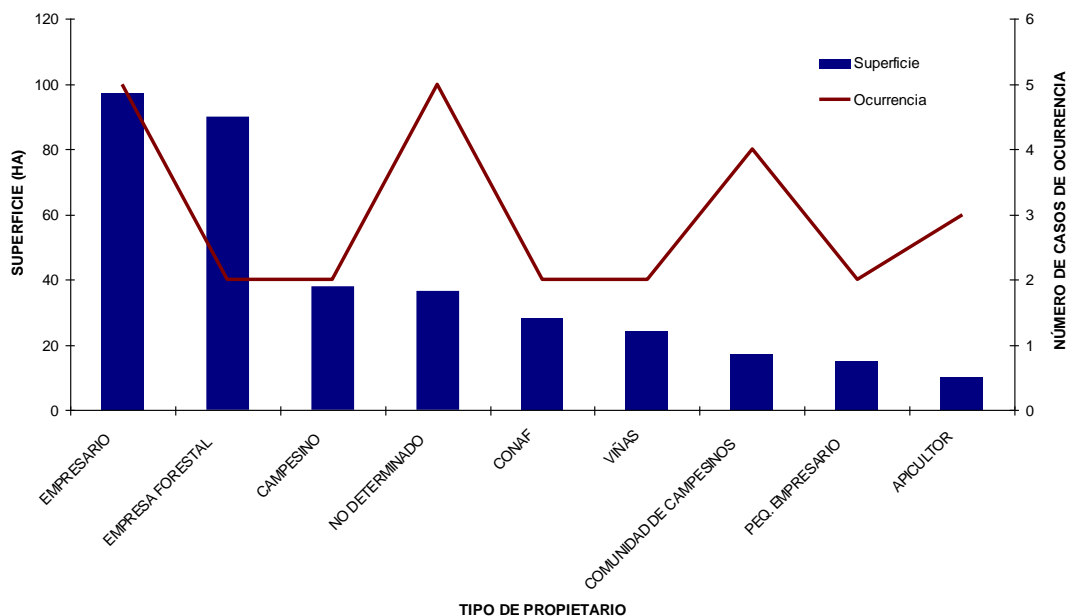
Orden	Familia	Especie
Coleoptera	Coccinellidae	no determinada
Coleoptera	Coccinellidae	no determinada
Coleoptera	Coccinellidae	Adalia sp.
Coleoptera	Mordellidae	Mordella sp.
Diptera	Syrphidae	Volucella frauenfeldi
Diptera	Syrphidae	Allographta pulchra
Hemiptera	Myridae	no determinada

El propósito de una plantación de *Q. saponaria* es crucial para proyectar el futuro de ésta. Mientras más importante el propósito o más propósitos tenga la plantación mayor será la probabilidad de

<sup>1</sup> Este valor corresponde a una estimación, no debe considerarse como necesariamente la distancia óptima de los árboles.

permanencia de ésta en el tiempo y su rentabilidad, lo cual es crucial si se consideran los ritmos de cosecha de biomasa estimados en 12 a 14 años.

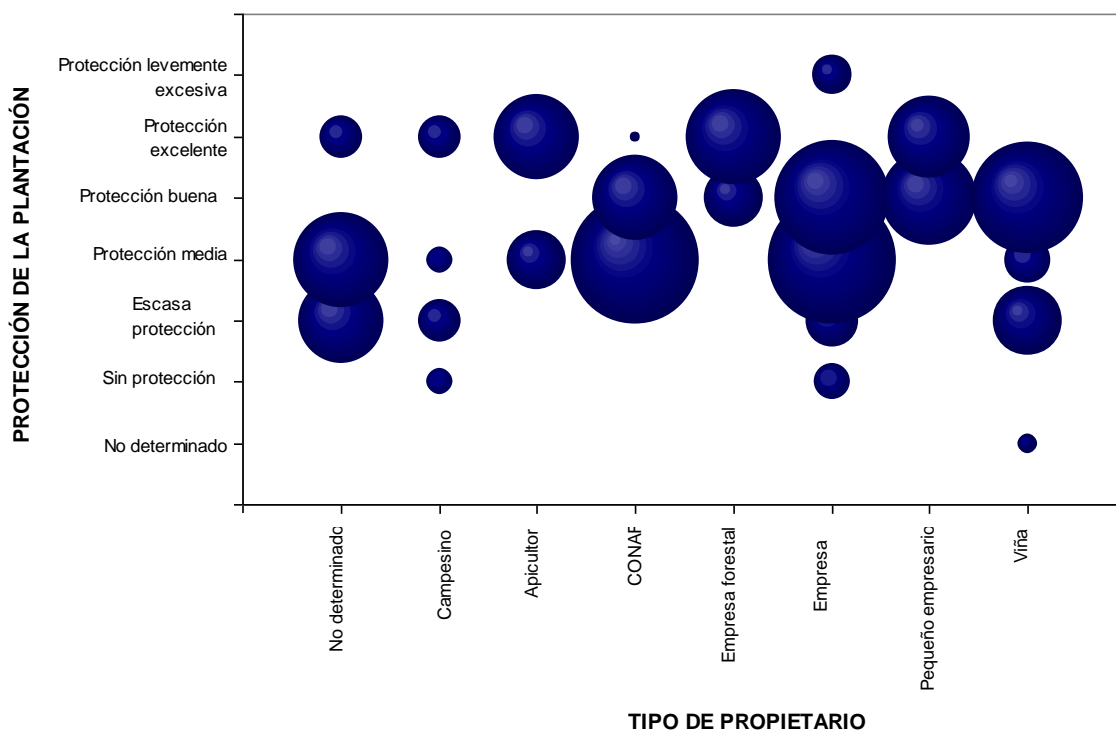
Por otra parte, el tipo de propietario de las plantaciones muestreadas también es variado (Figura 19). El tipo empresario y empresa forestal son los de mayor superficie, mientras que los campesinos, CONAF, las viñas, comunidad de campesinos, pequeños empresarios y los apicultores aparecen en poca superficie. Esto no refleja necesariamente la realidad nacional sino que representa el escenario que fue muestreado durante el presente estudio.



**Figura 19. Tipo de propietario de la plantación de *Q. saponaria*, superficie y ocurrencia para cada caso**

Para favorecer la protección de la plantación, según los muestreos realizados, en que la mayoría de los casos presentan protección media a buena, los apicultores y las empresas forestales presentan una protección excelente en la mayoría de los casos (Figura 20). En el caso de las viñas y pequeños empresarios la protección más observada fue buena, mientras que las empresas presentan una protección media en la mayoría de sus plantaciones.

Casi la totalidad de las plantaciones observadas presentaron algún grado de protección, lo cual se explica porque el subsidio al que generalmente se postula para financiar la plantación exige un cerco perimetral.

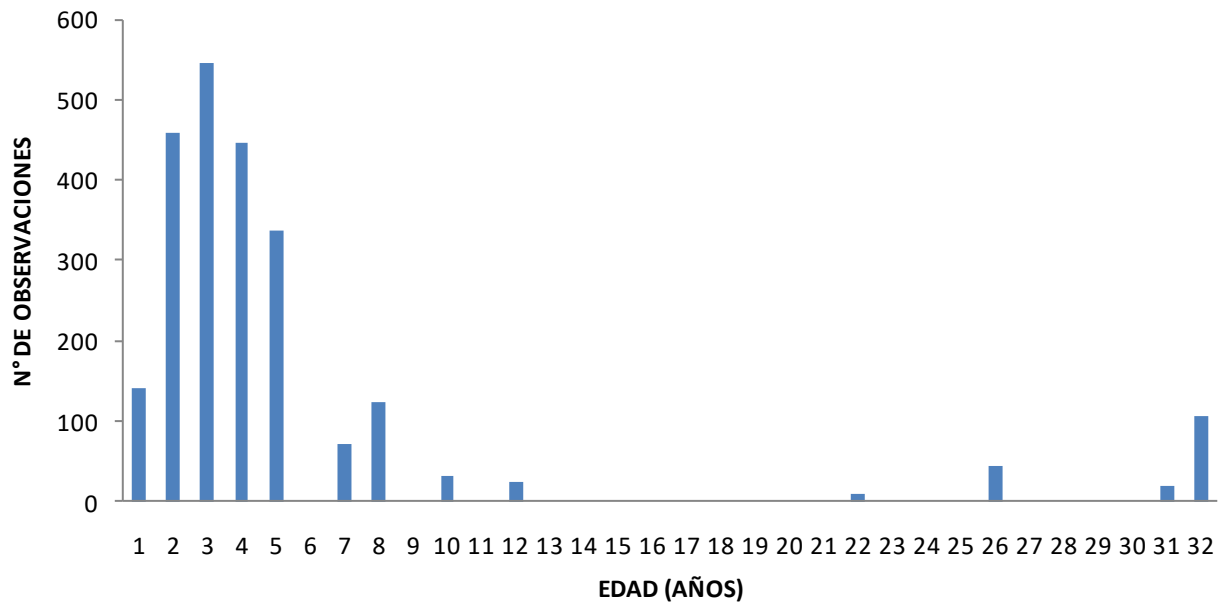


**Figura 20. Relación entre el tipo de propietario y la protección de la plantación. El tamaño de las burbujas representan el número de ocurrencias de la situación. Los datos de este gráfico se presentan en el Anexo 3**

### **4.3. Determinantes del crecimiento de *Quillaja saponaria***

En los 27 predios que se registraron un total de 97 muestreos en plantaciones de *Q. saponaria* obteniéndose un total de 2452 observaciones (Anexo 3b). En cada muestreo se intentó registrar 30 observaciones o mediciones de ejemplares de *Q. saponaria*. Cuando fue posible, en siete muestreos, se evaluó la mortandad de la plantación, registrando un Índice de Fitomasa (IF) igual a cero en esas observaciones. De las plantaciones muestreadas, tres corresponden a propagaciones espontáneas por semilla: los muestreos STALUC13 en el Predio Santa Lucía (Comuna de Peralillo, VI Región) y AGUAFR1 y AGUAFR2 en el Predio Agua Fría Alta (Comuna Canela, IV Región). Estos últimos casos se detallan en el Capítulo 8.

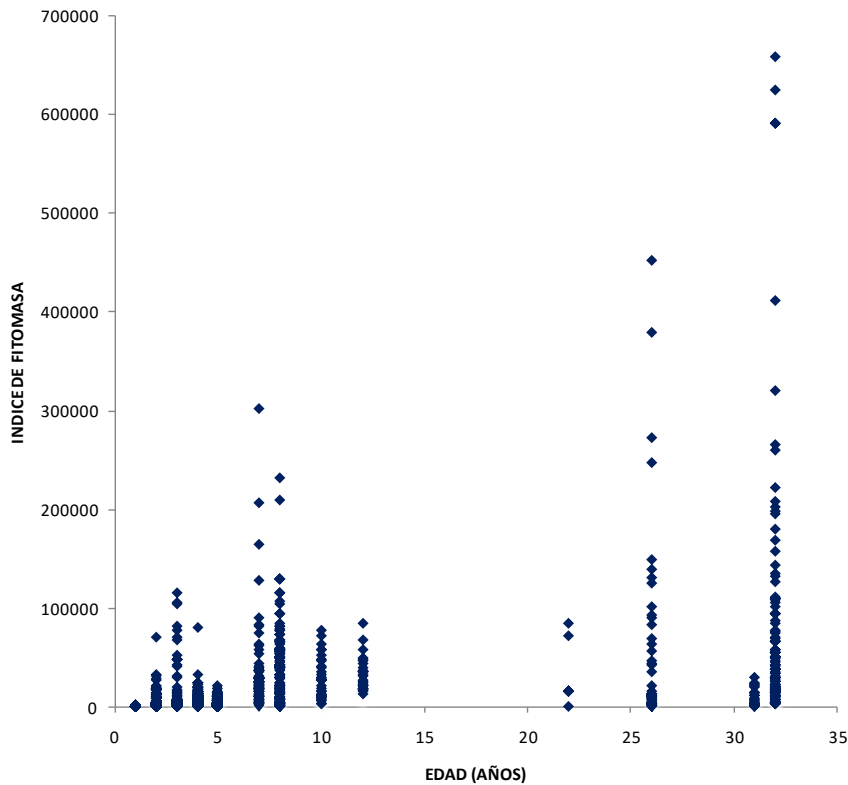
Las plantaciones de *Q. saponaria* son muy recientes siendo la mayoría de ellas establecidas en la última década (Figura 21). Dos plantaciones destacan por su antigüedad: la del predio Los Cheuques de 1974, y la de la Comunidad Agrícola Montepatria del año 1975. Las plantaciones más antiguas se establecieron con propósitos diversos o poco definidos. Las plantaciones más recientes se han establecido en su mayoría dentro de la VI Región lo cual se explica porque la Corporación Nacional Forestal (CONAF) las ha fomentado a través de sus programas de subsidio. Estas plantaciones incorporaron la intención de producir saponinas pero generalmente presentan también otro propósito productivo. La mayor parte de las observaciones corresponden a ejemplares de plantaciones de 3 años y en menor magnitud a plantaciones de 2 y 4 años de edad. Se midieron pocos individuos de plantaciones mayores a 8 años.



**Figura 21. Relación entre el número de observaciones y la edad de ejemplares de *Quillaja saponaria* observados**

Climáticamente, las plantaciones estudiadas se ubicaron en seis provincias ecológicas distintas con un fuerte énfasis en la Provincia Secoestival de Neblina: de un total de 97 muestreos, 80 se localizaron en ésta. Esto se explica porque en Chile las plantaciones de esta especie se concentran en la VI Región en la zona de la Cordillera de la Costa, la cual se inserta dentro de esta provincia ecológica. Las otras provincias ecológicas en las que se realizaron mediciones en terreno fueron: Provincia Esteparia Mediterránea (8 muestreos), Provincia Esteparia Seca (2 muestreos), Provincia Secoestival Breve (2 muestreos) y Provincia Secoestival Media (5 muestreos) (ver Capítulo 3.3 para detalles sobre cada Provincia Ecológica).

Si se comparan todas las observaciones (mediciones) según la edad, se observa que existen distintos tamaños de *Q. saponaria* para una misma edad de la plantación (Figura 22). Esto permite plantear que existen diferencias en el crecimiento dadas por variables ecológicas, genéticas y/o de manejo.

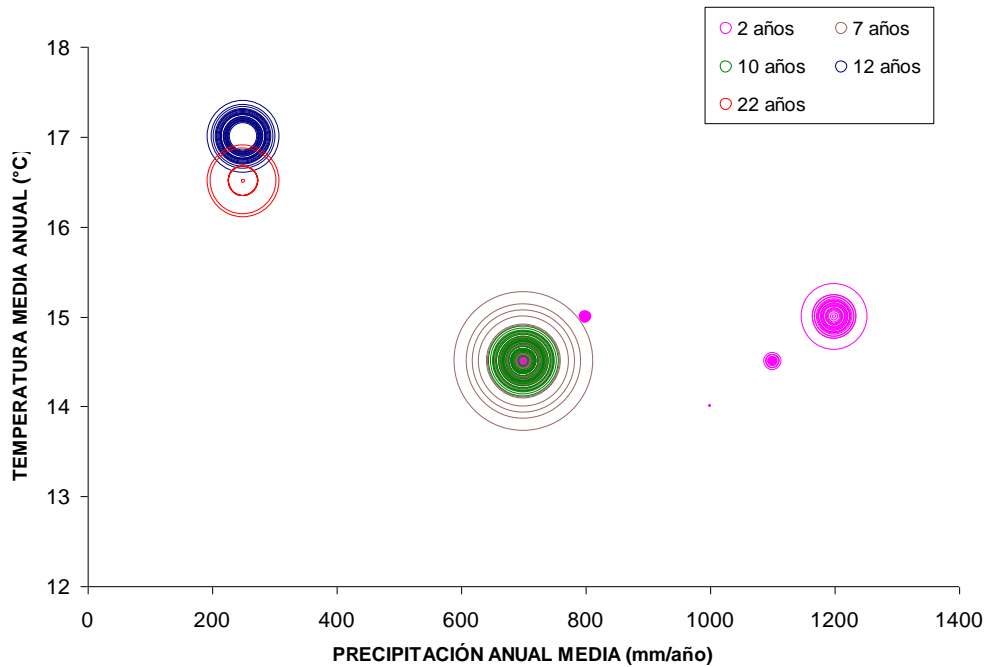


**Figura 22. Relación entre el Índice de Fitomasa y la edad de ejemplares de *Quillaja saponaria* observados. Cada punto corresponde a un ejemplar medido y se muestran el total de las mediciones realizadas, desde la IV a la VIII Región**

## Clima

Las zonas con plantaciones de *Quillaja saponaria* Mol. estudiadas presentan una temperatura media anual que va desde los 17,5°C hasta 14,5°C. En cuanto a las precipitaciones éstas fluctúan entre 200 y 1200 mm/año.

Considerando las precipitaciones y temperatura de las distintas zonas que se estudiaron plantaciones (Figura 23), se observa que individuos de menor edad pero en lugares con mayores precipitaciones presentan un tamaño igual o mayor que individuos de mayor edad y en lugares con menor precipitación. Los patrones diarios de asimilación de carbono en especies siempreverdes esclerófitas como *Q. saponaria* se correlaciona bien con el nivel hídrico que presentan las plantas (Martínez y Armesto, 1983). Es posible por lo tanto, inferir que climáticamente las precipitaciones se relacionan positivamente con la tasa de crecimiento de esta especie.

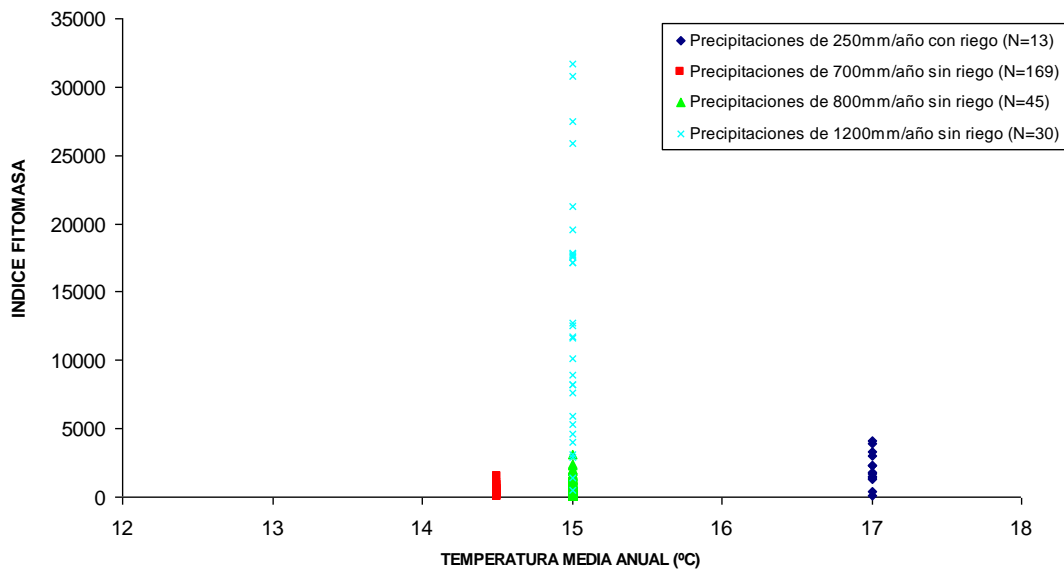


**Figura 23. Relación entre temperatura y precipitación anual media en el crecimiento de *Quillaja saponaria*. Cada círculo corresponde a una medición y el tamaño de los círculos representan el Índice de Fitomasa de los individuos. No se incluyen individuos en sitios inundados (ocasional o estacionalmente) o con riego, excepto aquellos que fueron regados en períodos críticos**

Por otra parte, en el extremo sur de la distribución de esta especie, en la VIII Región, la temperatura media de invierno determina en forma importante su presencia, siendo más determinante que la temperatura media anual mientras que la precipitación media anual no explica su presencia (Teneb *et al*, 2004).

Se compararon los distintos tamaños de las plantas de *Q. saponaria* de dos años de edad en función de la temperatura media anual del lugar, considerando las precipitaciones y el riego en cada caso (Figura 24). De esta forma, se observó que plantaciones con 1200 mm/año de precipitaciones y con una temperatura anual media de 15°C alcanzan tamaños mayores que las plantas localizadas en una zona de mayor temperatura y abundante riego. Considerando lo anterior no se observa un efecto de las temperaturas en el crecimiento de *Q. saponaria*, y probablemente ésta es más relevante en determinar la presencia de la especie que su crecimiento, por razones fisiológicas. De esta forma el rango de tolerancia de la especie quedaría definido por las temperaturas mientras que la tasa de crecimiento se determina por la precipitación.

## PLANTACIONES DE 2 AÑOS

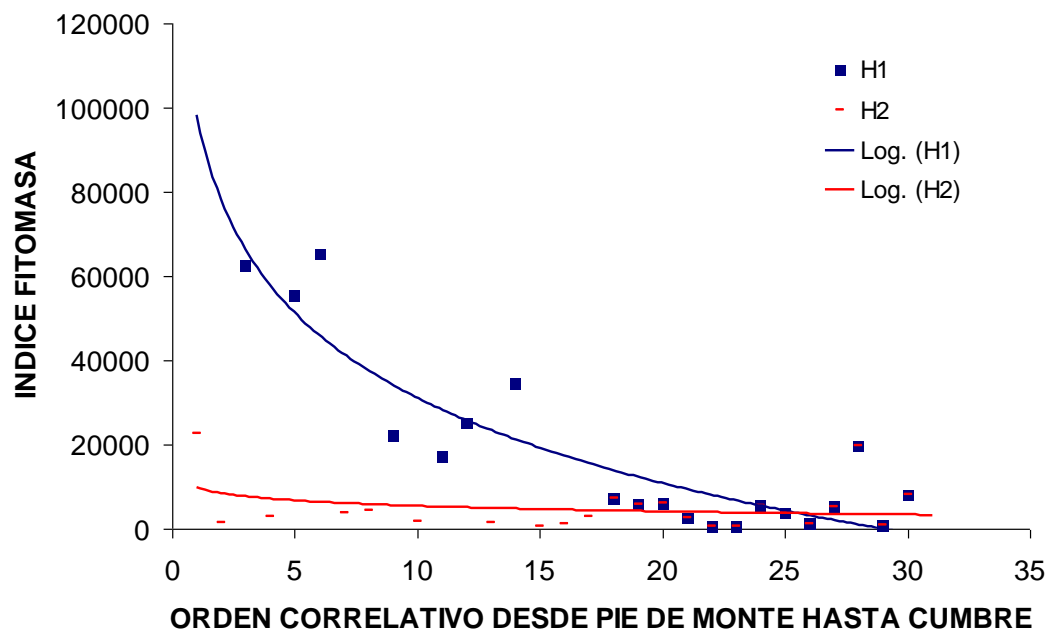
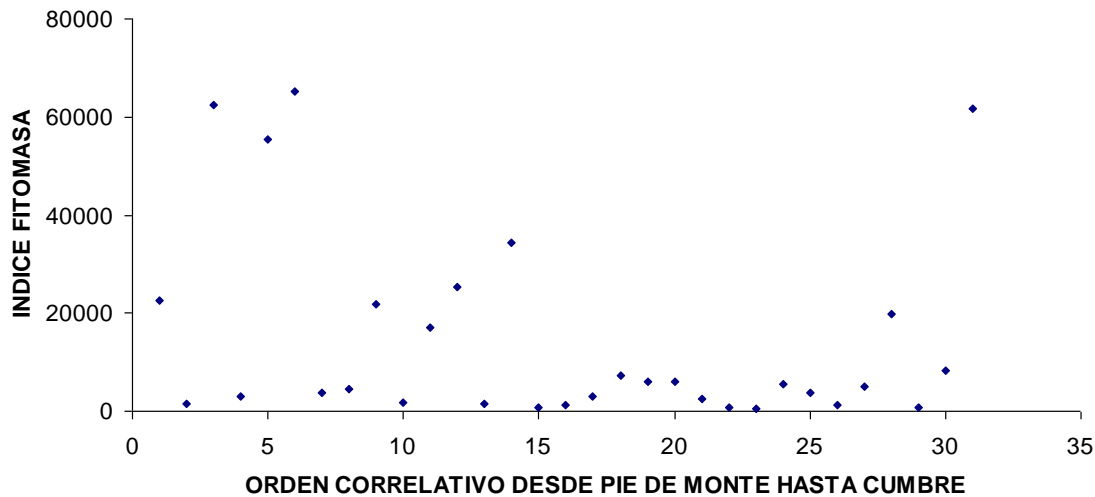


**Figura 24. Relación entre la temperatura media anual y el Índice de Fitomasa para la especie *Quillaja saponaria* Mol., considerando individuos en plantaciones de dos años de edad. Cada punto corresponde a una observación**

### Distrito y Sitio

Dado que las variables de Distrito y Sitio ocurren simultáneamente para las plantas de *Q. saponaria*, es difícil analizarlas en forma independiente. Sin embargo, si se observa un transecto altitudinal en una ladera, desde el pie de monte hasta su cumbre (Figura 25), donde los suelos van disminuyendo en profundidad y van aumentando hacia texturas más livianas, pueden establecerse dos tipos de hipótesis:

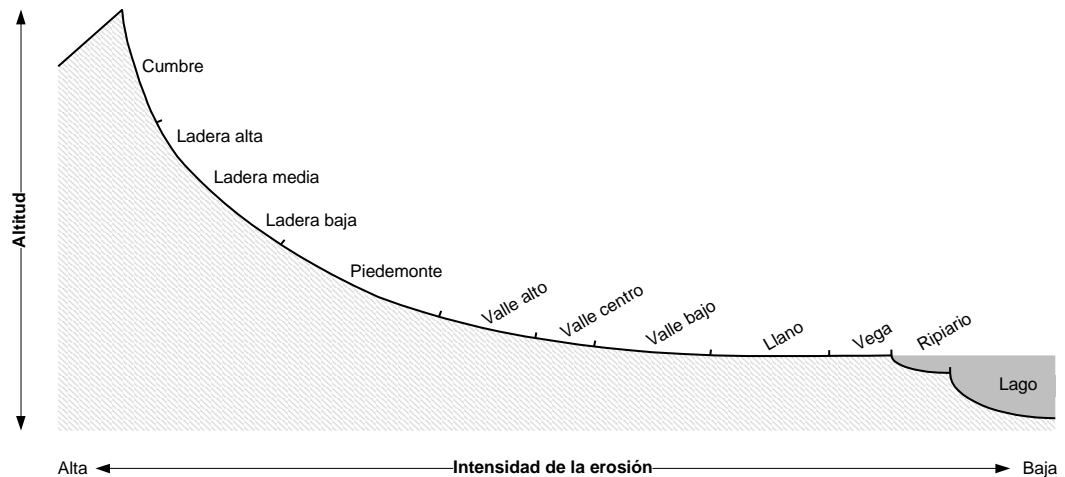
- Hipótesis 1: existe una relación de la posición en la cuenca y el tamaño de *Q. saponaria*, de tal manera que al aumentar desde el pie de monte hasta la cumbre el crecimiento disminuye. Esta hipótesis se fundamenta en que el sitio va perdiendo calidad a medida que se acerca a la cumbre.
- Hipótesis 2: No existe una relación de la posición en la cuenca debido a que los cuidados de la plantación son pobres. Esto porque se observó que el ganado frecuentemente ingresa a la plantación y ramonea la especie, lo que no permitiría la expresión del sitio en el crecimiento de *Q. saponaria*.



**Figura 25. Efecto de la posición en la cuenca desde el pie de monte hasta la cumbre, en la fitomasa de los individuos de *Quillaja saponaria*. Medición efectuada en la plantación, realizada en 1985 aprox., en el predio San Manuel de Canelillo, comuna Casablanca, V Región. Se midieron cerca del 75% de todos los individuos en un transecto de 50m de ancho aprox. En el gráfico de abajo se diferencian ambas hipótesis, la Hipótesis 1 (H1) y la Hipótesis 2 (H2) y sus respectivas curvas ajustadas por una función logarítmica**

La Hipótesis 1 puede ser explicada por las condiciones de sitio que son afectadas por la intensidad de la pendiente de la ladera. Sin embargo, no es la pendiente en sí el factor que determina la productividad del sitio. A fines del s. XIX, cuando aún se colonizaban grandes extensiones de la actual IX Región, cronistas de la época mencionan que la productividad de los suelos donde se quemaron los bosques para cultivar trigo no se afecta con la intensidad de la pendiente (Montalba *et al.*, 2008). Sin embargo, el cultivo intensivo del trigo fue degradando el sitio de tal manera que sitios que rendían 400 sacos de trigo por cada saco sembrado llegaron en muchas zonas a rendir menos de un saco, situación que aún persiste en gran parte de la zona central y sur de Chile.

En general, a mayor pendiente mayor energía puede liberarse, de tal manera que cuando un suelo desnudo y compactado (por pastoreo) es expuesto a las precipitaciones evita la infiltración y favorece el escurrimiento superficial y consecuentemente éste se erosiona. De esta forma, la cumbre y laderas de una cuenca presentan mayor erosión si han sido afectadas por la actividad antrópica (quemadas, pastoreo, laboreo, entre otras). El piedemonte, valle y llano en general presenta suelos menos susceptibles a la erosión por lo que sus condiciones de sitio son más favorables para el crecimiento vegetacional (Figura 26).



**Figura 26. Esquema de la posición relativa en la cuenca**

Analizando las variables de sitio por separado, manteniendo otras variables incidentes en el crecimiento de *Quillaja saponaria* lo más homogéneas posible, se observa que:

Los suelos de tipo graníticos, aluviales y pumicíticos favorecen el crecimiento de la especie, mientras que de los de roca metamórfica no (Figura 27 (a)).

Las texturas más pesadas (arcillosas) favorecen el crecimiento (Figura 27 (b)). Este tipo de texturas presentan en general una alta Capacidad de Intercambio Iónico por lo que contienen una mayor cantidad de nutrientes cuando el ciclo biogeoquímico del suelo funciona. Estas texturas también favorecen la retención de agua más que los suelos arenosos. Cabe destacar que cuando los suelos presentan una mala estructura, con alta compactación, la planta debe invertir mucha energía en el crecimiento subterráneo de las raíces en desmedro del crecimiento aéreo.

El crecimiento no se afecta con la profundidad del suelo en los primeros años de crecimiento pero sí existe un efecto en individuos adultos (Figura 27 (c)). Esto se explica porque la demanda de suelo, nutrientes y agua aumenta con el tamaño de la planta y suelos más profundos contienen mayores reservas de éstos que los suelos más delgados.

En cuanto al hidromorfismo, casi la totalidad de las observaciones no presentaron hidromorfismo, sino que un drenaje lento a rápido, lo cual se relaciona a la textura del suelo principalmente. Los suelos más arcillosos y planos presentan un drenaje más lento que aquellos más arenosos y en pendiente. Esto concuerda con que el drenaje lento favorece el crecimiento de *Quillaja saponaria* (Figura 28 (a)).

*Quillaja saponaria* es sensible a las inundaciones ocasionales que generan situaciones de hidromorfismo. Éstas perjudican el crecimiento (Figura 27 (b)) y el establecimiento de la especie. Para una plantación de 1 año en un sitio con inundaciones ocasionales, suelo profundo de textura pesada, se registró una mortandad del 41%. Cuando la inundación no genera problemas de

hidromorfismo, en suelos con buen drenaje, la inundación podría no afectar negativamente la plantación dependiendo de su duración.

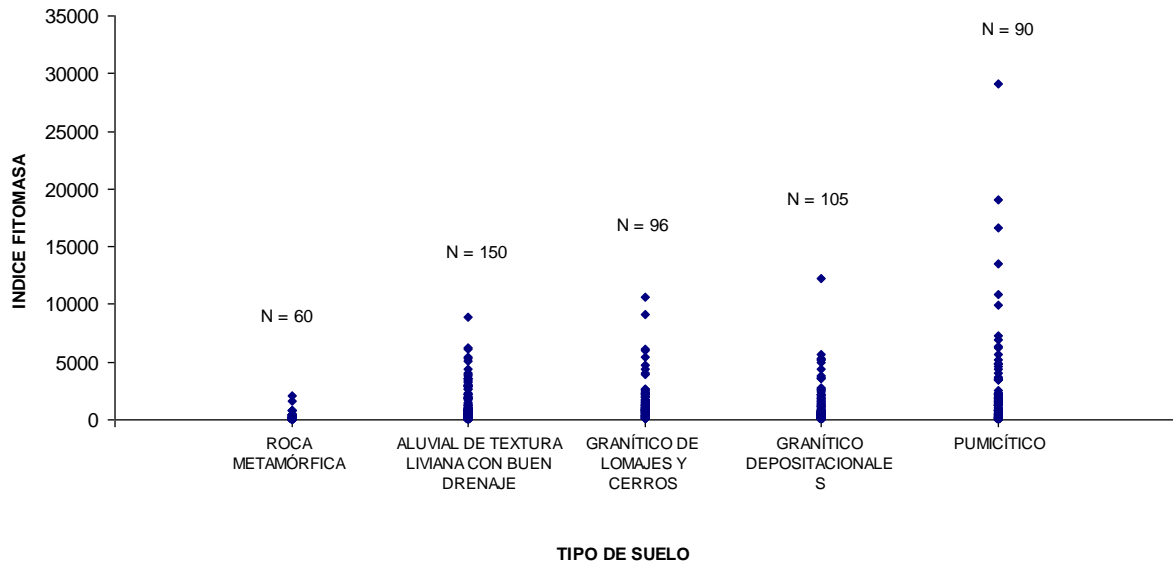
En cuanto a la exposición, la relación es diferente para individuos de 5 años y 32 años de edad. En el caso de los ejemplares de la plantación joven no se observa una tendencia clara, mientras que en ejemplares de mayor edad en umbría (exposición sur, mayor humedad y menor temperatura que exposición solana) se favorece el crecimiento (Figura 28 (c)). Los sitios sin exposición se asocian a suelos planos de pendientes suaves y suelos profundos. Esto explicaría que en estos sitios el crecimiento de *Q. saponaria* se favorece más que en aquellos de exposición solana (exposición norte) y levante. Lo anterior se observó en zonas con precipitación anual media menor a 800 mm/año.

En base a las observaciones realizadas y su análisis se estima que las plantaciones de *Q. saponaria* presentan una mayor tasa de crecimiento en zonas con abundantes precipitaciones, mayores de 1000 mm/año, y sin limitantes térmicas, es decir, temperatura media anual mayor a 14°C<sup>2</sup>. Esto concuerda aproximadamente con la provincia ecológica Secoestival Media, la cual se presenta en la parte sur-este de la VI Región, la VII Región y parte de la VIII Región (Figura 6).

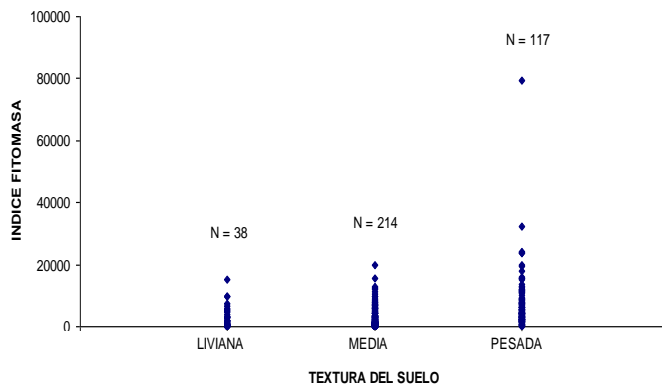
---

<sup>2</sup> Según Agricultura y el Departamento Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola, Proyecto 14: Investigaciones Económicas Agrícolas. 1958

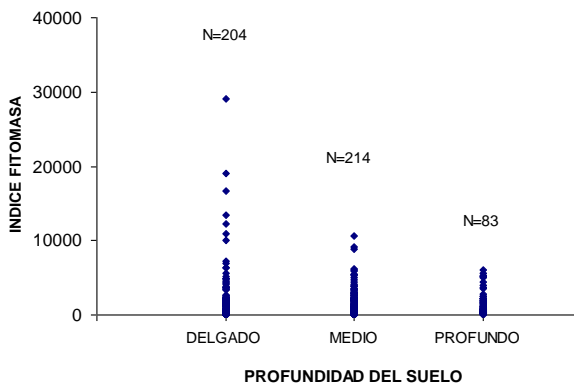
(a) PLANTACIONES DE 3 AÑOS



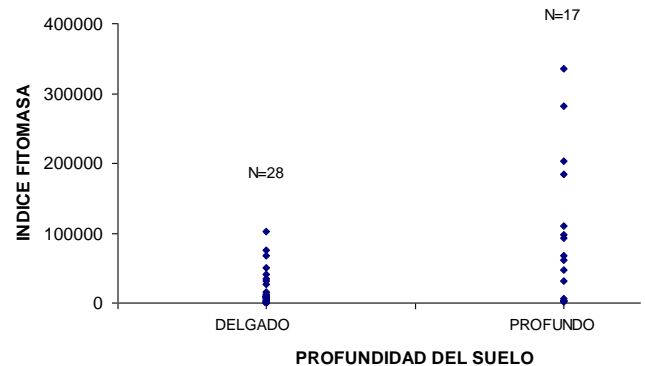
(b) PLANTACIONES DE 4 AÑOS



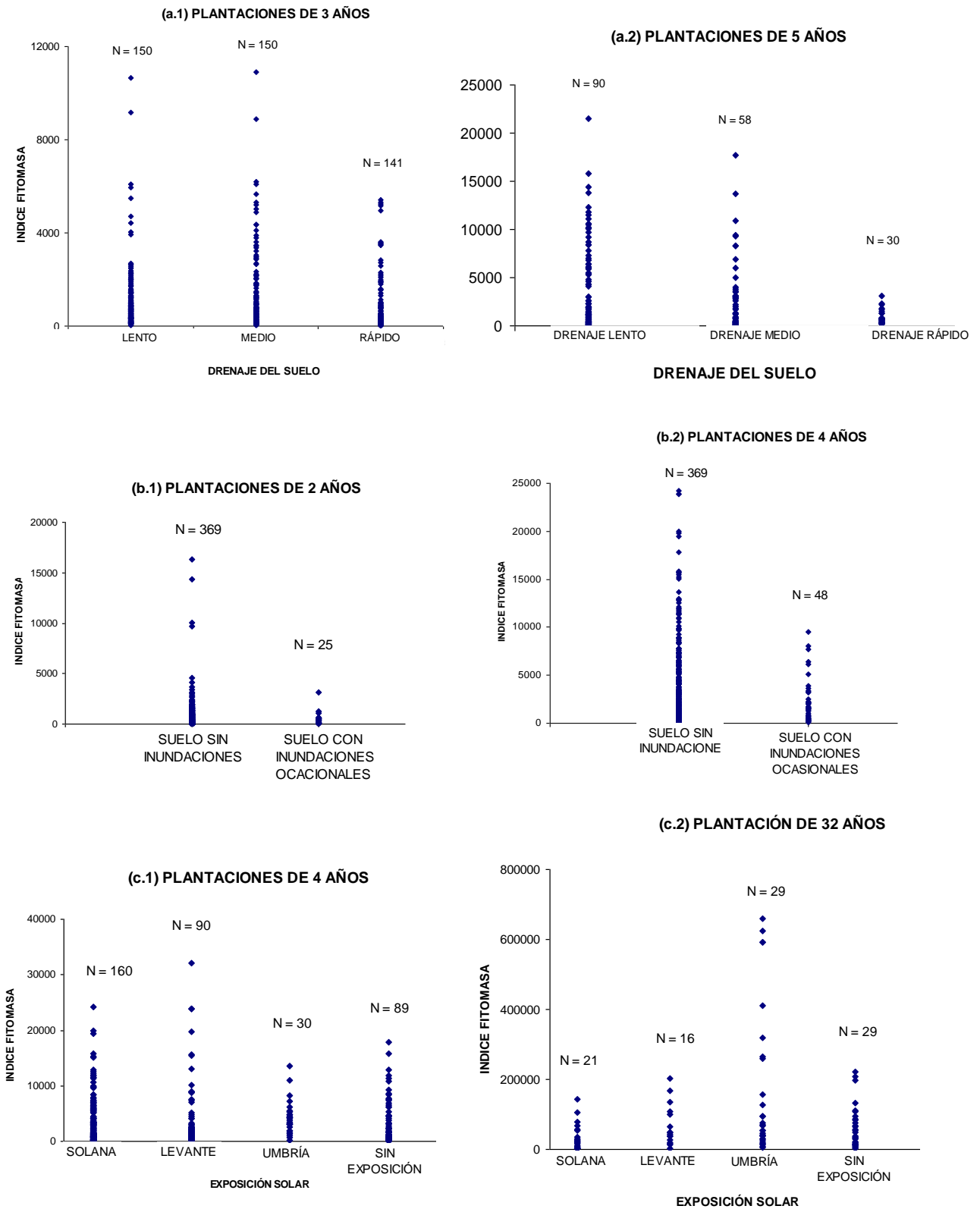
(c.1) Plantaciones de 3 años



(c.2) Plantaciones de 26 años



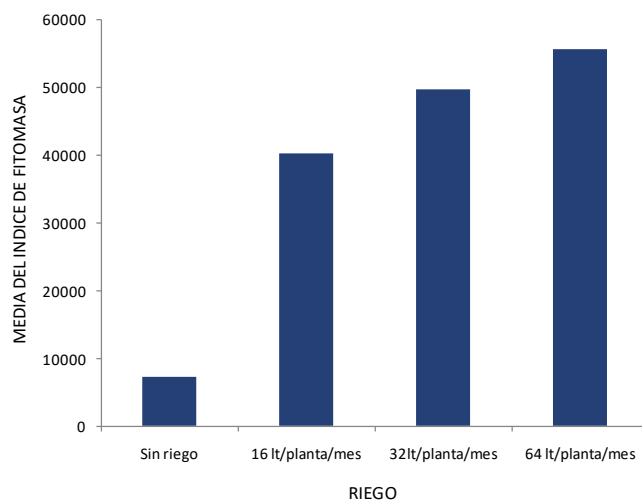
**Figura 27. Relación entre el Índice de Fitomasa de *Quillaja saponaria* Mol. con (a) el tipo de suelo medido en plantaciones de 3 años, (b) textura del suelo medida en plantaciones de 4 años y la profundidad del suelo medida en plantaciones de (c.1) 3 años y (c.2) 26 años. Cada punto corresponde a una medición. Se consideraron individuos ubicados dentro de la provincia ecológica Secoestival de Neblina. Se excluyeron individuos regados y aquellos que se encuentran en sitios inundados ocasionalmente**



**Figura 28. Relación entre el Índice de Fitomasa de *Quillaja saponaria* Mol. con el drenaje del suelo en plantaciones de (a.1) 3 años y (a.2) 5 años, inundaciones en plantaciones de (b.1) 2 años y (b.2) 4 años, y la exposición en plantaciones de (c.1) 32 años y (c.2) 4 años. Cada punto corresponde a una medición. Se consideraron individuos ubicados dentro de la provincia ecológica Secoestival de Neblina. Se excluyeron individuos regados y en los casos a.1, a.2, c.1 y c.2 aquellos que se encuentran en sitios inundados ocasionalmente**

En cuanto al Distrito y Sitio se estima que las plantaciones de *Q. saponaria* se favorecen en suelos graníticos, aluviales y pumicíticos, texturas medias a pesadas, suelos profundos, drenaje lento a medio, sin inundaciones o hidromorfismo permanente o estacional y de exposición de umbría o sin exposición. Si las precipitaciones son abundantes es posible que los rangos de sitios favorables sean mayores, desarrollándose bien en suelos de texturas más livianas, drenajes más rápidos, y además la exposición del sitio no sería muy relevante.

Sin embargo, si alguna de las características edafoambientales óptimas no se cumple es posible potenciar el sitio con un manejo adecuado, aunque la inversión económica aumenta. Climáticamente el riego puede suplir deficiencias hídricas. El efecto del riego ha demostrado ser importante (Figura 29) lo que concuerda con el efecto de las precipitaciones en el crecimiento de la especie.



**Figura 29. Efecto del riego en el crecimiento de *Q. saponaria*. Las mediciones se realizaron en un ensayo establecido en el Predio Cayru (Pumanque, VI Región) en el año 1998. Las plantas se midieron con 8 años de edad**

En cuanto al Sitio, el subsolado y el establecimiento de camellones aumentan la profundidad efectiva del suelo. Cuando el suelo está erosionado o las texturas son arenosas es conveniente aplicar materia orgánica para mejorar su estructura y favorecer el aporte de nutrientes del suelo.

#### **4.4. Zonificación del área de estudio en base a un índice de productividad potencial**

Con el fin de clasificar el potencial productivo de biomasa de *Quillaja saponaria* en Chile, se realizó una zonificación preliminar que se basa en variables climáticas. La clasificación del clima tiene como fin establecer tipos climáticos (conjuntos homogéneos de condiciones climáticas), con los cuales definir regiones climáticas. En general entre los sistemas de clasificación de climas uno de los más conocidos y ampliamente utilizados ha sido el propuesto por Köppen (1923) y ha sido también el punto de partida en numerosas otras clasificaciones, tales como las de Thornthwaite (1931 y 1948), Emberger (1942) y De Martonne (1925) y otras más recientes.

El sistema de clasificación climática de Köppen establece una división de los climas fundamentalmente sobre la base de la temperatura, las precipitaciones atmosféricas y curso de las estaciones del año. La clasificación corresponde a un sistema jerárquico, es decir, con diferentes niveles o categorías de clases y los tipos climáticos o clases son denominados mediante un sistema

de letras llamado fórmula climática, lo que permite, mediante una breve expresión, establecer los rasgos climáticos esenciales del lugar y así su diferencia con otros climas.

En este estudio se realizó una zonificación basada en el Sistema de Clasificación de Ecorregiones (Gallardo y Gastó, 1985; Gastó, Silva y Cosío, 1990) el cual divide el territorio en zonas fundamentales de climas (Reinos), tipos fundamentales de climas (Dominios o biomas) y variedades climáticas específicas o generales (Provincias Ecológicas) (Figura 6) basado en los rangos de temperaturas y precipitaciones de acuerdo a los criterios de Köppen (1932, 1948). Estas zonas se subdividieron aumentando así el nivel de resolución de la información para establecer Subprovincias Ecológicas para la especie *Q. saponaria* (Cuadro 7). Esta subdivisión se realizó en forma preliminar por lo que es necesario adaptarla a medida que se disponga de mayor información. Las fuentes de información utilizadas para esta etapa fueron las siguientes:

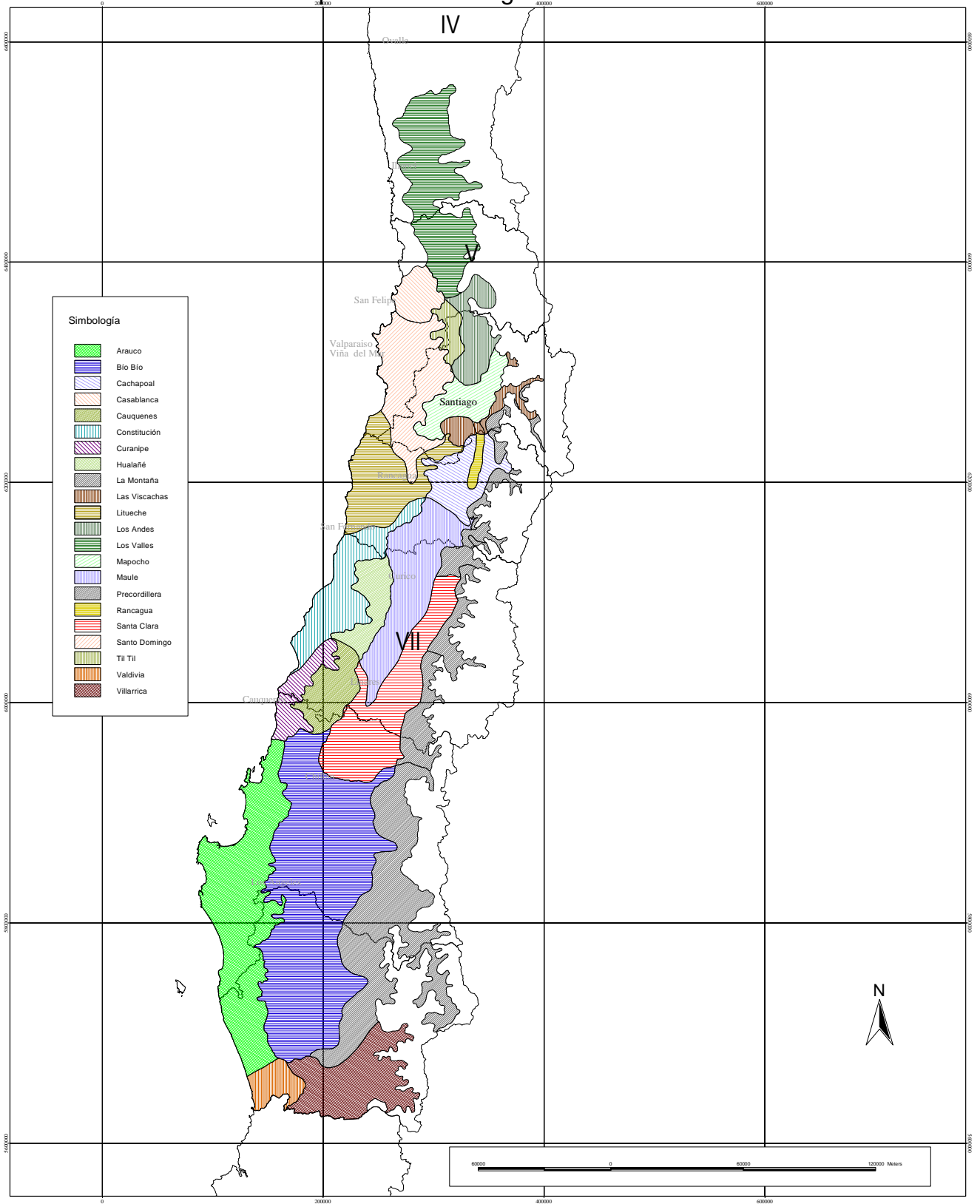
- Provincias Ecológicas (Gastó, Silva y Cosío, 1990)
- Isolíneas de precipitaciones (Ministerio de Agricultura y Departamento Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola, 1958)
- Isoyetas (Ministerio de Agricultura y Departamento Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola, 1958)

Aunque el área de estudio abarca desde la IV a la IX Regiones de Chile, se zonificó el territorio que, en base a sus características climáticas, permite la presencia de ecosistemas de *Quillaja saponaria* (Figura 30). Según el Sistema de Clasificación de Ecorregiones (Gastó, Cosío y Panario, 1993) la zona de estudio (IV a IX Región inclusive), se encuentra dentro del Reino Templado, en los Dominios Secoestival, "Mediterráneo" y del Dominio Húmedo o "Selva Templada". Además parte del área se presenta en el Reino Seco y Dominio Estepárico donde las precipitaciones son menores.

**Cuadro 7. Reinos, Dominios, Provincias Ecológicas y las Subprovincias Ecológicas generadas para calificar el potencial productivo de las plantaciones de Quillaja saponaria mediante un índice**

REINO	DOMINIO	PROVINCIA	SUBPROVINCIA	CATEGORÍA	INDICE	
Templado	Húmedo	Húmedo de verano fresco y mésico	Villarrica	Media	5	
			Valdivia	Moderada	4	
			Arauco	Aceptable	6	
	Secoestival	Secoestival de neblina		Casablanca	Insignificante	1
				Litueche	Moderada	4
				Santo Domingo	Muy Pobre	2
				Curanipe	Buena	8
				Constitución	Aceptable	6
				Precordillera	Insignificante	1
		Secoestival prolongada		Los Andes	Pobre	3
				Mapocho	Moderada	4
				Las Viscachas	Media	5
				Til Til	Muy Pobre	2
				Precordillera	Insignificante	1
				Bío Bío	Buena	8
	Secoestival Breve		Cauquenes	Media	5	
			Hualañe	Media	5	
			Rancagua	Moderada	4	
			Maule	Suficiente	7	
			Santa Clara	Muy Buena	9	
			La Montaña	Aceptable	6	
Secoestival Media		Cachapoal	Aceptable	6		
		Precordillera	Insignificante	1		
		Los Valles	Insignificante	1		
Seco	Estepario	Esteparia Mediterránea	Los Valles	Insignificante	1	

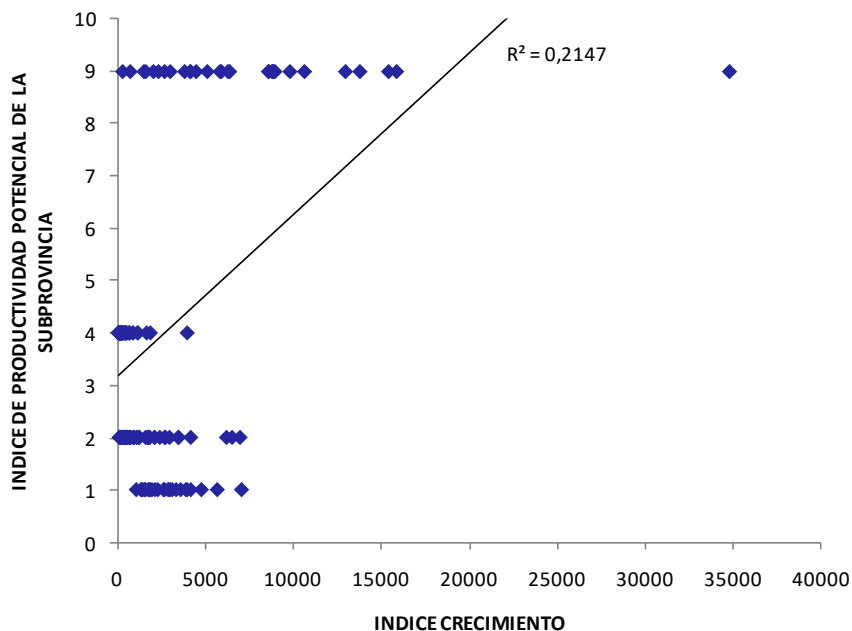
# Subprovincias Ecológicas



**Figura 30. Carta de la zona de estudio y las subprovincias propuestas para diferenciar distintos potenciales productivos de plantaciones de Quillaja saponaria**

Dado que se carece de información experimental objetiva, relativa a la adaptación, crecimiento, productividad potencial, persistencia y ritmo de utilización e intervención de la fitomasa, se han elaborado indicadores de carácter estimativos del potencial de productividad y desarrollo de poblaciones naturales y plantaciones de *Q. saponaria* para cada una de las subprovincias. Esta estimación se ha basado en la observación rigurosa del crecimiento natural de plantas aisladas y algunas plantaciones, es por ello que debe estar sujeto a revisiones y evaluaciones posteriores para confirmar estos indicadores. Estos indicadores estimativos y provisorios se han determinado por las formas del clima presentes en cada provincia ecológica. En lo empírico los indicadores se han establecido en base a lo visto en las parcelas de observación, al crecimiento en plantaciones y regeneración natural. Se estableció una puntuación que va de 1 a 10, de tal manera que el 1 representa el menor potencial de productividad mientras que el 10 representa el máximo observado.

Para verificar en parte la efectividad de esta zonificación, se graficó el Índice de Crecimiento (que corresponde al Índice de Fitomasa dividido por la edad del individuo) versus el Índice de Productividad Potencial de cada Subprovincia Ecológica (Figura 31). Se observa una correlación positiva entre ambos con una alta variabilidad que se explica por las condiciones observacionales y porque no se realizaron muestreos en todas las Subprovincias Ecológicas ni para todos los niveles del Índice de Productividad Potencial de éstas, por lo que esta correlación corresponde sólo a una inferencia incompleta.



**Figura 31. Relación entre el crecimiento (Índice de Fitomasa/edad) y el Índice de Productividad Potencial de la Subprovincia Ecológica. Para observar esta relación se consideraron sólo los muestreos en plantas sin riego, sin inundaciones, sin exposición solar, en posición fisiográfica plano y sin hidromorfismo. Cada punto corresponde a un muestreo**

## Potencial productivo de plantaciones de *Quillaja saponaria* Mol.



Foto 1. Plantación de 19 años en distrito plano en la Hacienda Loncha, Alhué, RM. (Fotografía tomada en diciembre de 2007)



Foto 2. Plantación de *Quillaja saponaria* en Santa Clara, VIII Región, establecida en 2004. (Fotografía tomada en noviembre de 2006)



Foto 3. Plantación de *Quillaja saponaria* en predio Santa Luisa del Tránsito, V Región, establecida en el 2002 (Fotografía tomada en agosto de 2006)



Foto 4. Plantación realizada en 2002 en El Tranque de Nilahue, VI Región. (Fotografía tomada en agosto de 2006)



Foto 5. Plantación de *Quillaja saponaria* en predio El Sauce, IV Región, establecida en 1998. (Fotografía tomada en noviembre de 2006)

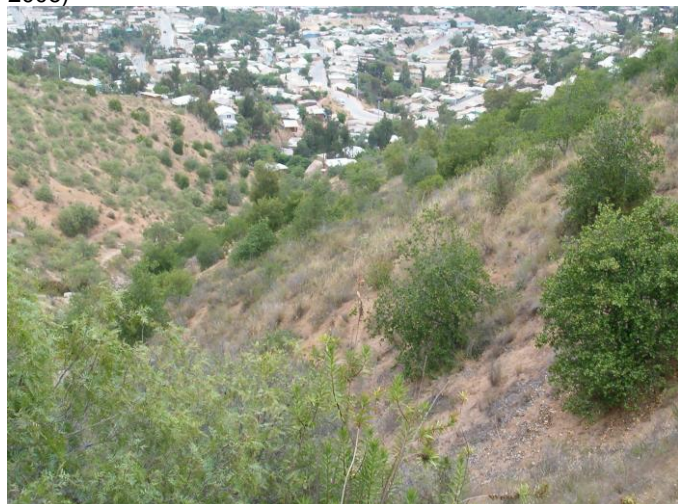


Foto 6. Plantación de *Quillaja saponaria* en Cerro Pajaritos, Illapel, IV Región establecida en 1984. (Fotografía tomada en noviembre de 2006)

## Potencial productivo de plantaciones de *Quillaja saponaria* Mol.



Foto 7. Plantación de *Quillaja saponaria* en Reserva Nacional Las Chinchillas, IV Región, establecida en 1994. (Fotografía tomada en noviembre de 2006)



Foto 8. Comunidades silvestres de *Quillaja saponaria* en la Cordillera de la Costa, VII Región.



Foto 9. Individuo de *Q. saponaria* plantado hace 8 años y regado en forma abundante en la reserva Nacional Las Chinchillas, IV Región. (Fotografía tomada en noviembre de 2006)



Foto 10. Se observa cómo la raíz puede adaptarse a las condiciones de un suelo, evidenciando una alta plasticidad en una plantación establecida en 1984 en la Comunidad Agrícola Cuz Cuz, IV Región. (Fotografía tomada en noviembre de 2006)



Foto 11. El largo del brote indica el crecimiento de la temporada. Fotografía tomada el 24 de noviembre 2006 en la plantación de Santa Clara, VIII Región. (Fotografía tomada en noviembre de 2006)



Foto 12. Individuo de *Q. saponaria* propagado por semilla hace 7 años probablemente en el predio Santa Lucía de la Viña los Vascos. (Fotografía tomada en octubre de 2006)

## 5. DETERMINANTES DEL ÉXITO DE PLANTACIONES DE QUILLAJA SAPONARIA

El éxito de las plantaciones de *Q. saponaria*, al igual que cualquier cultivo agrícola o forestal, siempre es probabilístico. Por ello, es crucial identificar cuáles son los aspectos más importantes para favorecer esta probabilidad. En base al presente estudio, se determinaron las etapas para el establecimiento y desarrollo de las plantaciones de *Q. saponaria* y se identificaron los aspectos críticos correspondientes (Cuadro 8). A continuación se detalla cada etapa.

**Cuadro 8. Etapas de plantaciones de *Q. saponaria* y sus correspondientes aspectos críticos.**

ETAPA	ASPECTOS CRÍTICOS
Lugar de la plantación	- Clima - Geoforma - Sitio
Preparación del terreno	- Profundidad de suelo - Disponibilidad de nutrientes - Restauración de ciclos biogeoquímicos
Manejo del establecimiento	- Fertilización - Riego - Control de competencia - Protección
Manejo del crecimiento	- Protección
Formación de la población	- Propósito de plantación - Poda
Cosecha	- Propósito de plantación - Ritmos
Acopio y transporte	- Distancia de la plantación a lugar de procesamiento

### 5.1. Lugar de la plantación

El lugar donde se decida establecer la plantación de *Q. saponaria* presenta determinadas condiciones permanentes que son muy difíciles de alterar mediante manejo. Resulta conveniente zonificar el territorio para diferenciar distintos potenciales productivos dado que en cuanto al clima existe un gradiente de productividad potencial en relación a la localización de una plantación de *Q. saponaria*. A esta gradiente se le suma el tipo de suelo donde se localiza la plantación (Figura 13), siendo los suelos aluviales y graníticos depositacionales los que parecen ser más favorables. Los suelos graníticos de lomajes y cerros, pumicíticos y suelos rojos, dependen de la geoforma en que se encuentran. En el primer caso mientras más pronunciada la pendiente mayor será la fragilidad y menor la profundidad del suelo. Los suelos rojos y pumicíticos por otra parte, presentan problemas de drenajes en bajos y planicies, por lo que serían más favorables cuando se ubican en pie de monte o ladera suave. Los suelos lacustres no son recomendables también por problemas de drenaje y los suelos de roca metamórfica en general son pobres y se presentan degradados, por lo que requieren una alta inversión para establecer una plantación exitosa. Este tipo de suelo pudo observarse en el predio Las Pataguas (Pumanque, VI Región), donde la severa erosión disminuyó la profundidad y fertilidad de los suelos, incluso en muchos casos permitió el afloramiento de la roca madre.

Una vez seleccionado el predio donde se realizará la plantación, mediante la aplicación del protocolo de caracterización territorial predial (ver Capítulo 7.2), es posible seleccionar el lugar más conveniente tanto para los propósitos de producir biomasa y saponinas como para los propósitos de los actores sociales del predio.

## **5.2. Preparación del terreno**

La preparación del terreno es clave para el éxito del establecimiento de la plantación. *Q. saponaria* es una especie pionera de alta plasticidad, pero el establecimiento de la planta requiere condiciones específicas para ser exitoso, no necesariamente iguales a las que necesita para crecer una vez establecida. Las labores de preparación de suelo deben tender a maximizar el suelo efectivo de la planta, es decir, la disponibilidad de nutrientes, agua y oxígeno para las raíces.

Para el establecimiento de la planta se requiere una profundidad mínima del suelo de aprox. 30cm, sin embargo, el crecimiento de la planta requiere una mayor profundidad. En suelos delgados (menor a 30cm de profundidad) el crecimiento de la planta es limitado aunque esto depende de la disponibilidad de nutrientes, agua y aire del suelo. Los suelos compactados o arenosos tienen una peor capacidad de intercambio de iones y retención de agua por lo que en esos casos la profundidad del suelo será más importante que en suelos francos de buena estructura. En relación a lo anterior destaca un ensayo de *Q. saponaria* realizado por Schickhard y Prado (1976) en la Reserva Forestal Peñuelas, V Región de Chile. En éste se observó que cuando se planta a raíz desnuda el tamaño del hoyo de plantación explica en parte la supervivencia del establecimiento (medido un año después de la plantación) pero no el crecimiento de la planta en el primer año (expresado en altura). Cuando la plantación se realizó con maceta, el tamaño del hoyo de plantación favorece la supervivencia y el crecimiento de la planta. Cabe destacar que para cualquier tamaño del hoyo de plantación la planta en maceta dio mejores resultados en cuanto al desarrollo inicial de las plantas.

La condición del Sitio también es determinante en esta etapa, ya que mientras más degradado se encuentre mayor será la inversión en preparación de Sitio. En muchos casos las plantaciones de *Q. saponaria* se establecen en sitios de mala condición y degradados, poco atractivos para otros cultivos más rentables pero que requieren condiciones de suelo más exigentes.

En estos casos la preparación del terreno debe restaurar el sitio aumentando el suelo efectivo del sitio para la planta. La aplicación de materia orgánica, como lodos o compost, es efectiva en restaurar los equilibrios del suelo ya que contribuye a aumentar la materia orgánica, la biomasa microbiana y la mantención de los ciclos biogeoquímicos del suelo (Ros *et al.* 2003). Este efecto es mayor en el caso del compost porque la materia orgánica está estabilizada (Ros *et al.* 2003). Sin embargo, la aplicación de biosólidos es interesante dado que el costo es menor e incluso puede involucrar un ingreso adicional<sup>3</sup>, aunque deben monitorearse los efectos de metales pesados que éstos presentan en Chile.

---

<sup>3</sup> Empresas nacionales están dispuestas a pagar a propietarios de predios que reciban lodos de plantas de tratamientos de agua.

### **5.3. Manejo del establecimiento**

Aunque muchas veces sólo se aplican fertilizantes minerales para nutrir la planta, éstos no contribuyen a mejorar la condición del sitio (estructura, ciclos biogeoquímicos) por lo que será necesario volver a fertilizar periódicamente hasta que la planta haya terminado su período de establecimiento.

Por otra parte, la competencia por nutrientes y agua debe minimizarse lo cual se logra generalmente mediante la aplicación de herbicidas en el sitio del establecimiento. El manejo de la competencia es especialmente importante en zonas áridas donde se ha visto que si no se controlan malezas la fertilización no favorece el crecimiento de la planta e incluso la afecta negativamente al favorecer la competencia (Wrann y Infante, 1988).

El establecimiento de la planta incluye el riego y cuidado general de éstas hasta que las raíces de las plantas hayan crecido lo suficiente como para asegurar el éxito de la plantación. Se estima que esto ocurre entre los 12 a 24 meses, dependiendo de las condiciones climáticas y la calidad del sitio.

La fecha del establecimiento siempre debe ser anterior a las primeras lluvias de la zona, cuando el estrés hídrico es menor. Dependiendo de la latitud la fecha del establecimiento fluctúa en los meses de marzo y abril.

La protección de la planta es un factor clave en esta etapa. El cultivo debe protegerse de todo tipo de ganado e incluso en algunas zonas de lagomorfos.

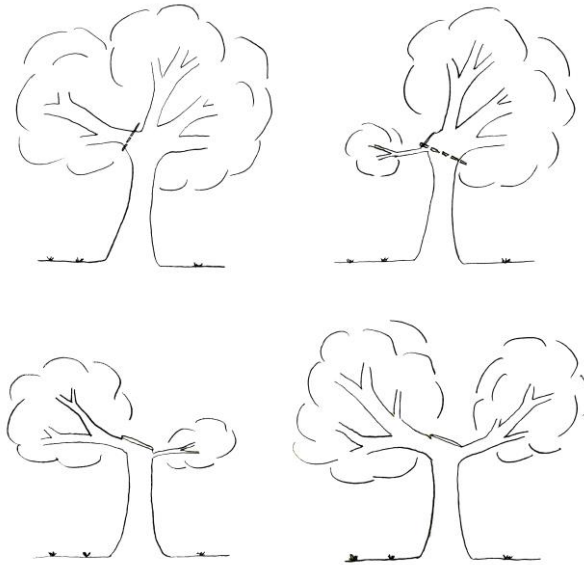
### **5.4. Manejo del crecimiento de la población**

En esta etapa la naturaleza trabaja sola por lo que es importante cuidar la plantación para que ello ocurra.

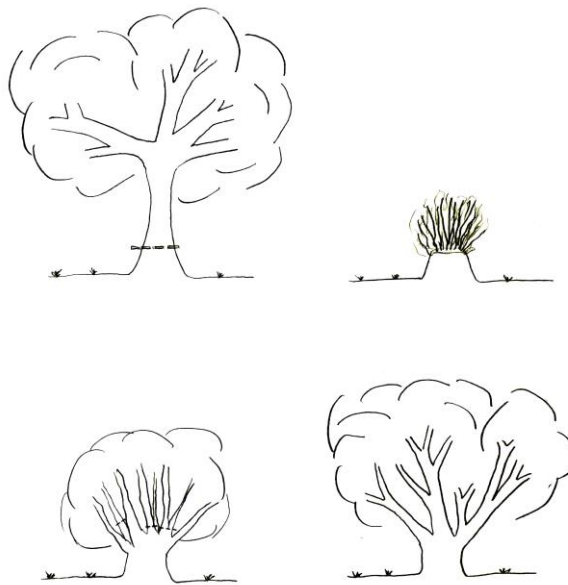
El ganado no debe entrar a la plantación al menos en los primeros años ya que el ramoneo no permite a la planta aumentar su biomasa. Este problema se observó en varias plantaciones visitadas en terreno, en las que el ganado ramonea las plantas de *Q. saponaria*, especialmente las más jóvenes generando árboles topiarios de tronco corto y grueso.

#### **Poda de renovación**

La poda de renovación realiza en frutales generalmente y tiene por objetivo aumentar la relación productividad/biomasa que con la vejez del árbol disminuye. En el caso de *Q. saponaria*, esta técnica puede emplearse para aumentar la tasa de producción de biomasa y evitar la tala del individuo que en algunos casos puede ser inadecuado (Figura 32). Sin embargo, generalmente se realiza la tala completa del individuo y se ralean los rebrotes para dejar pocos vástagos de mayor tamaño. (Figura 32).



**Figura 32. Poda de renovación completa del árbol en dos fases, evitando una tala completa de éste**



**Figura 33. Tala de renuevo del árbol**

### **5.5. Formación de la población**

Existen distintos tipos de poda según el propósito perseguido, el que a su vez dependerá del propósito de la plantación.

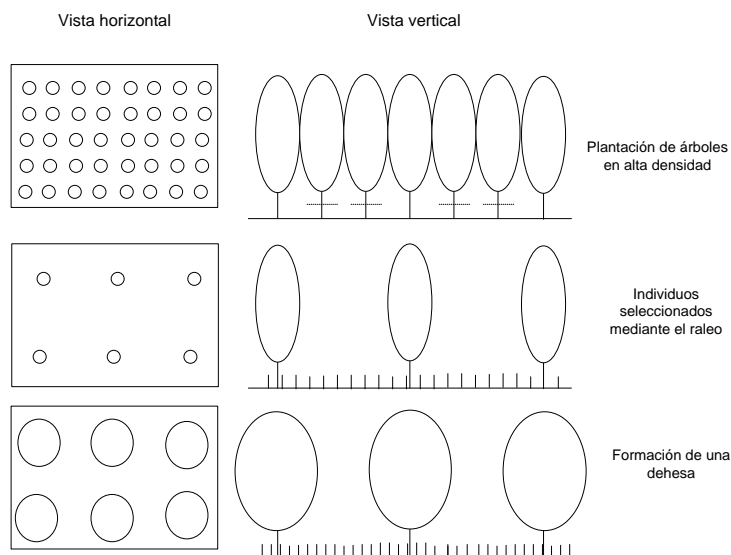
## Bosques o formación de paisaje boscoso

Si el objetivo de la plantación es la formación de un bosque de *Q. saponaria* es importante considerar que la especie es intolerante a la sombra, es decir, la regeneración natural por semilla de la especie no ocurrirá bajo la canopia de ésta por falta de luminosidad para la germinación y sobrevivencia de la plántula. Por ello, otras especies tolerantes colonizarán paulatinamente la población, mediante el proceso de sucesiones ecológicas, para que en el largo plazo tienda a regenerarse el bosque esclerófito maduro. Este proceso sólo ocurre donde las condiciones de sitio presentan suficiente humedad y nutrientes para ello, ya que en sitios más pobres y xéricos nunca se produce un sombreado importante del sotobosque.

## Formación de dehesas

La dehesa es un ecosistema propio de los ambientes mediterráneos de la Península Ibérica, que se caracterizan por presentar una estrata arbórea rala de especies esclerófitas y una estrata inferior de terófitas, manejado con propósitos silvopastorales y originado en la actividad humana de transformación del bosque esclerófito original (Gastó, 1987). De acuerdo al grado de apertura de la canopia arbórea es el grado de desarrollo de la estrata herbácea del sotobosque.

El principal objetivo de la dehesa es la producción de frutos y ramón para la alimentación del ganado, de hierbas que cubren y protegen el suelo, además de protección y conservación de la salud ecológica y estabilidad del ecosistema. Las ventajas productivas son que se controla la hierba (sin consumir energía fósil) sin eliminarla completamente con lo cual se consigue que siga protegiendo la tierra de la erosión; estercolado directo de toda la superficie pastada; y producción de corderos (Pajarón, 2007). Por otra parte, la dehesa constituye un ecosistema con alto grado de desarrollo paisajístico donde la belleza escénica constituye uno de los logros más importantes en relación a los asentamientos humanos y a la calidad de vida (Gastó, 1987). En el caso de *Q. saponaria* no se persigue la producción de frutos sino que de biomasa (saponinas) y flores en el caso de que se produzca miel. Para ello el inicio de una dehesa puede ser una plantación de *Q. saponaria* en la que una vez que los individuos tengan un tamaño tal que sus copas no puedan desarrollarse hacia los costados, se raleen parte de los individuos para permitir que los que quedan se desarrollen y para que la pradera también pueda hacerlo (Figura 34). Una vez formada la dehesa se requiere que los ejemplares estén bien formados con copas amplias, lo que implica prácticas regulares de poda y raleo.



**Figura 34. Esquema de la formación de una dehesa a partir de una plantación**

## **Corredor de vegetación**

Para que el corredor de vegetación tenga un efecto favorable en el control biológico de plagas del cultivo en cuestión, es importante la estructura y composición de especies de éste. Para atraer una mayor diversidad de entomofauna benéfica el corredor debe generar distintos nichos ecológicos por lo que conviene que tenga una alta diversidad de especies. Como se mencionó anteriormente, *Q. saponaria* ha sido documentada como una especie que atrae insectos benéficos lo que sumado al largo período de floración hace conveniente utilizar esta especie para estos propósitos. Sin embargo, si la polinización del cultivo coincide con la floración de *Q. saponaria* la competencia por polinizadores podría ser perjudicial para el cultivo.

Dado lo anterior, una plantación de *Q. saponaria* como corredor de vegetación no debiera tener una alta densidad de la especie dado que ésta debe combinarse con otras especies arbóreas, arbustivas y herbáceas para una mayor efectividad del corredor.

## **5.6. Cosecha**

La cosecha de biomasa puede realizarse de diversas formas según el objetivo perseguido. Cada propósito tendrá un determinado ritmo (período entre cosechas) e intensidad.

Las plantaciones con estructuras de bosque pueden tener un ritmo de aprox. 12 a 14 años y una alta intensidad de cosecha para maximizar la tasa de crecimiento de la especie. Para ser coherentes con el propósito de la plantación boscosa lo ideal es realizar talas completas de cierto porcentaje de individuos de manera de que se generen estructuras de monte bajo que sean sistemáticamente cosechadas hasta que sea necesario replantar un individuo nuevo.

En el caso de las dehesas es más difícil talar un individuo completo por lo que es recomendable que se maneje con poda de renuevo procurando dejar siempre parte del individuo para cumplir la función de refugio para los animales.

Finalmente, las labores de cosecha deben realizarse minimizando la erosión del suelo, especialmente en laderas de pendientes pronunciadas.

## **5.7. Acopio y transporte**

Dado que la distribución de las plantaciones o sitios de cosecha de *Q. saponaria* es bastante amplia, desde la IV a la IX Región, los costos de transporte de la biomasa son altos y tienden a aumentar en el futuro. Esto se explica básicamente por el aumento exponencial del costo energético que está ocurriendo desde hace años. Por ello, es deseable minimizar el material en volumen y peso que debe ser transportado para ser finalmente envasado y comercializado. En base a lo anterior se recomienda secar la biomasa en el lugar de cosecha antes de ser transportado, para reducir el peso del material e implementar chipeadoras ubicadas en las zonas más alejadas de la planta principal en Quilpué, de tal manera de reducir el volumen del material.

En relación al transporte, la utilización de energía fósil en el transporte del producto es un problema que ha tomado mayor relevancia entre los consumidores de productos orgánicos ya que están preocupados además de estándares éticos sociales y ambientales no reflejados actualmente en la certificación orgánica, lo que probablemente cambie en el futuro. En Inglaterra la *Soil Association* (quien certifica el 70% de productos consumidos en Inglaterra) abrió un debate en mayo de 2007 sobre la alta emisión de gases de efecto invernadero en el transporte de productos certificados por

ellos como orgánicos. De hecho, supermercados como Tesco y organizaciones como *Carbon Trust* han estudiado la forma de incorporar el impacto en gases de efecto invernadero en la etiquetación de los productos (The Guardian, 2007).

## Determinantes del éxito de plantaciones de *Quillaja saponaria* Mol.



Foto 13. Plantación de *Q. saponaria* en el predio el Rodeo, comuna La Estrella VI Región, establecida en 2002 como compensación por parte de una empresa en un predio de un agricultor ganadero. La presencia de ganado mayor explica el ramoneo observado. (Fotografía tomada en julio de 2006)



Foto 14. Plantación de *Q. saponaria* establecida en 2004 en predio Santa Luisa del Tránsito, Casablanca, V Región. Se observa un alto input tecnológico en la preparación del terreno. (Fotografía tomada en agosto de 2006)



Foto 15. Plantación de *Q. saponaria* establecida en 1998 para ensayos en el predio Parcela 24B Ranquihue, Pumanque, VI Región. La densidad de la plantación es de 2x2 m. (Fotografía tomada en julio de 2006)



Foto 16. Individuos plantados 1998 junto a una acequia en Comunidad Agr. Jiménez y Tapia, Combarbalá, IV Región. Se observó cómo se favorece el éxito de la plantación debido al aumento de la disponibilidad de agua para la planta. (Fotografía tomada en noviembre de 2006)



Foto 17. Plantación de *Q. saponaria* establecida en 1989 con riego ocasional en Hacienda Loncha, Alhué, Región Metropolitana. Se observa una baja homogeneidad de la plantación. (Fotografía tomada en noviembre de 2007)



Foto 18. Plantación establecida en 2004 en Santa Clara, VIII Región. (Fotografía tomada en noviembre de 2006)

## Determinantes del éxito de plantaciones de *Quillaja saponaria* Mol.



Foto 19. Ejecución de una plantación de *Q. saponaria* en predio Santa Luisa del Tránsito, Casablanca, V Región. Como protección contra la herbivoría se colocaron cartones tetrapak adaptados. (Fotografía tomada en agosto de 2006)

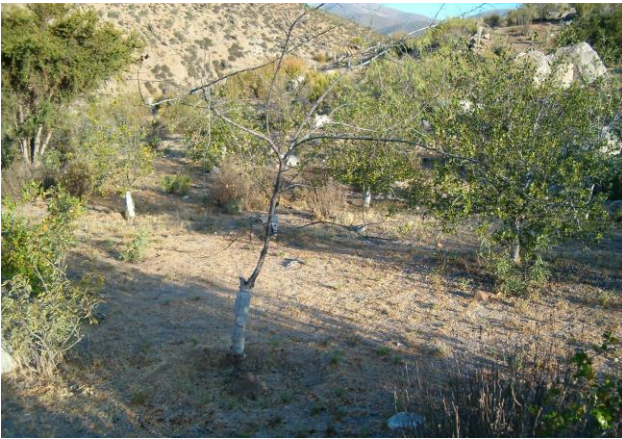


Foto 21. Individuos en *die back* observados en Reserva Nacional Las Chinchillas, IV Región. Se desconoce la causa, pero podría relacionarse a que los requerimientos hídricos aumentaron con el tamaño de los individuos lo cual ocasionaría la muerte de algunos. (Fotografía tomada en noviembre de 2006)



Foto 23. Individuos de *Q. saponaria* con formación de topiaros debido al efecto del ramoneo por parte de ganado bovino en la Hacienda Loncha, Alhué, Región Metropolitana. (Fotografía tomada en octubre de 2007)



Foto 20. Efecto de la exposición solar en el éxito de una plantación de *Q. saponaria* realizada hace 26 años en San Manuel de Canelillo, V Región. En umbría se observa una mayor regeneración del matorral esclerófito mientras que en solana la menor humedad (junto con el efecto del pastoreo) desfavorecen la plantación. (Fotografía tomada en agosto de 2006)



Foto 22. Raíz poco desarrollada de un individuo muerto de *Q. saponaria*. La razón de su muerte es probablemente la poca profundidad del suelo (presencia de una tosca a 30 cm de profundidad). Cabe destacar que el individuo murió a los 4 años con una altura de aprox. 4 metros. (Fotografía tomada en septiembre de 2006)



Foto 24. Individuo de *Q. saponaria* con algunas ramas secas, aparentemente debido a la presencia de un hongo (*Fusarium*) en Santa Clara, VIII Región. (Fotografía tomada en noviembre de 2007)

## 6. DISEÑO DE ECOSISTEMAS DE QUILLAJA SAPONARIA

Para determinar dónde localizar plantaciones de *Quillaja saponaria* dentro de un predio, es necesario no sólo conocer el tipo de sitio óptimo para la especie, ya que la maximización de la productividad del cultivo nunca es el único objetivo del predio en su conjunto. Este tipo de soluciones deben ser abordados con un nivel de complejidad acorde a la complejidad del problema. Por su parte, el proceso de diseño predial consiste en aplicar las decisiones tomadas en base al diagnóstico, involucrando el propósito de la plantación de *Q. saponaria*, abordando distintas dimensiones que deben ajustarse al espacio de solución antes mencionado.

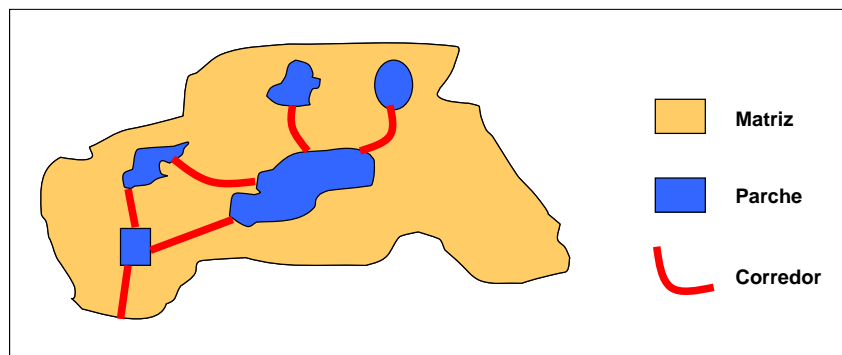
### 6.1. Dimensión ecológica

La dimensión ecológica se refiere a la integridad del ecosistema predial, es decir, su estructura y funcionamiento deben ser “saludables”. En este sentido, es posible identificar principios de diseño basados en la “ecología del paisaje”, una disciplina que surgió a mediados del siglo XX con Carl Troll. Esta disciplina clasifica los elementos de cualquier paisaje en parches, matrices y corredores (Forman y Godron, 1986) (Figura 35).

La matriz de fondo constituye el elemento más extenso o envolvente del paisaje. En general, ocupa un área extensa y sus bordes cóncavos encierran los elementos del paisaje. Es el ecosistema de fondo o del tipo de uso del suelo en el territorio, caracterizado por una extensa cobertura, alta conectividad y/o mayor control sobre la dinámica.

Los parches se definen como una superficie no lineal que difiere en apariencia con respecto a su entorno y son diversos en cuanto a su tamaño, forma, heterogeneidad y características de sus bordes. Las características más importantes son su superficie y sus bordes: el área ocupada por ellos influye su funcionamiento; por otro lado, el borde es el que le da la forma al parche teniendo gran importancia con respecto al cumplimiento de las funciones que tengan los parches.

Los corredores son una franja de un tipo particular que difiere desde la tierra adyacente en ambos lados. Están representados por cercos, canales de agua, tendidos eléctricos o cualquier otro elemento que permita conexión, barrera, fluidez y/o comunicación de los distintos elementos presentes en un predio.



**Figura 35. Esquema de la descomposición del paisaje en parches, matriz y corredores**

En base a lo anterior, es posible clasificar plantaciones o bosques de *Q. saponaria* en parches, corredores o matriz de fondo según sean las condicionantes del predio. Si la plantación es la matriz de fondo del predio se potencia la restauración y conservación ecológica, actividades de recreación y la estética del paisaje. Esta situación se observó en el predio Santa Luisa del Tránsito en la comuna

de Casablanca, donde el propietario decidió realizar la plantación para mejorar la estética del paisaje.

Si la plantación se realiza como corredor de vegetación se maximiza la luz directa que estimula la floración.

A continuación se describen principios de diseño relativos a la dimensión ecológica.

**-Estructura del paisaje.** Los paisajes son heterogéneos y difieren estructuralmente en la distribución de especies, materia y energía entre los parches, corredores y matriz de fondo (Forman y Godron, 1986).

**-Heterogeneidad biótica.** La heterogeneidad del paisaje disminuye la abundancia de las especies raras en su interior, aumenta las especies de los bordes y de los animales que requieren dos o más elementos del paisaje y mejora la coexistencia total de especies.

**-Flujo de energía.** El flujo de energía calórica y de biomasa través de los bordes que separan parches, corredores y matriz de fondo aumenta al aumentar la heterogeneidad del paisaje.

**-Cambio del paisaje.** Sin alteración la estructura de los paisajes horizontales tiende hacia la homogeneidad; con alteración moderada aumenta rápidamente; y con alteración severa puede aumentar o disminuir.

**-Jerarquía.** Los caracteres de los sistemas ecológicos están ordenados en diversos sistemas de control sobre el sistema de manera que algunos de ellos (dominantes), controlan a otros (subordinados).

**-Simetría.** Entre los caracteres de los sistemas ecológicos existen relaciones constantes de manera que la presencia de uno exige la presencia de otro, tal como ocurre en la relación de una especie y su nicho, o una planta y su sitio.

**-Persistencia y crecimiento.** El ecosistema tiende a crecer y sobrevivir hasta alcanzar la máxima biomasa persistente compatible con el ambiente y su variabilidad.

**-Efecto bordes.** Se debe evitar aislar unidades ecológicas para no desfavorecer especies que requieren de dos o más elementos del paisaje para su subsistencia. Se debe mantener comunicación entre espacio, mantener el ecotono entre ecosistemas debido a la existencia de especies que se desarrollan en este espacio;

**-Estabilidad.** Este principio se refiere a la resistencia del paisaje a los disturbios y su recuperación ante ellos. Enuncia que la estabilidad puede manifestarse de diferentes maneras de acuerdo a la magnitud de la biomasa presente. Se debe lograr un diseño estable en el tiempo.

## **6.2. Dimensión funcional**

Esta dimensión abarca la funcionalidad del predio y aborda la operatividad del sistema en relación a las conexiones de los espacios interiores, de los corredores y de la matriz de fondo. De esta forma, el diseño del predio está restringido en cuanto a grados de libertad ya que éste necesariamente debe permitir que en este caso la plantación de *Q. saponaria* sea operativa para el propósito que fue establecida, sin degradar la “salud ecosistémica” predial.

En cuanto al diseño espacial de las plantaciones, a continuación se describen algunos principios involucrados en la funcionalidad de éste.

- **Naturalidad.** Los lindes del espacio de la plantación deben coincidir en cuanto a su función con los lindes naturales del territorio. Cuando se define la zonificación de un predio, es más operativo o se facilita el manejo cuando los distintos espacios están delimitados por características naturales del predio, tales como quebradas, cambios en pendientes, altas cumbres o ríos. De esta forma, las características de cada espacio tienden a ser homogéneas lo que facilita el manejo y cuidado de éste.
- **Simpleza.** Los lindes de los espacios deben tender a la regularidad de la forma. Los espacios más regulares (rectángulos, círculos, etc.) potencian la funcionalidad del predio ya que facilitan las labores mecánicas. Este principio debe ajustarse con el anterior de modo de llegar a un óptimo entre ambos.
- **Conectividad.** Las conexiones de los espacios deben ser óptimas. Para lograr una buena gestión de la plantación, debe existir fácil acceso a la plantación y a otros lugares relacionados por actividades de gestión y laboreo.
- **Canónico.** El número de los espacios debe ser mínimo. Mientras menos espacios administrativos más fácil se hace la gestión.
- **Congruencia.** El tamaño, forma y estructura de los parches debe coincidir con su función. Si el propósito del parche es aumentar la biodiversidad conviene que la forma sea irregular.
- **Unidad.** Debe existir una unidad de cada espacio o potrero con el predio en su conjunto, y de éste con el entorno, esta unidad debe ser visual y operacional.
- **Identidad.** La ordenación de un sistema predial resulta en una identidad particular que lo define y distingue de cualquier otro. (D'Angelo, 2002).

### **6.3. Dimensión de vida y ocio**

El ocio constituye una actividad del hombre tan importante como el sueño y el trabajo. Se ha definido como el tiempo que dispone una persona después de haberse liberado de todos sus deberes y obligaciones comprendidas en el cumplimiento de un empleo o trabajo remunerado. Este tiempo puede ser llenado con actividades recreativas, reflexivas o espirituales y favorece la calidad de vida de los actores sociales. Cuando éstas actividades están ausente en el campo, muchas veces ocurre migración campo-ciudad sin que ello necesariamente aumente las remuneraciones de la persona.

Las plantaciones o bosques de *Q. saponaria* son relevantes en este sentido ya que pueden potenciar significativamente la calidad del ocio de un predio mediante la generación de belleza escénica, espacios de contemplación o paseos, producción de fauna. Algunas plantaciones estudiadas tienen por objetivo la producción de paisaje que tiene relación con esta dimensión.

Dentro del contexto de esta dimensión es relevante la construcción de senderos, sitios descanso o miradores, dentro de la plantación de *Q. saponaria*.

### **6.4. Dimensión estética**

Esta dimensión se refiere a la experiencia estética completa, en la que el actor social percibe su entorno mediante todos sus sentidos: vista, oído, olfato, paladar y tacto. Sin embargo, la vista es el sentido principal de la experiencia estética del hombre occidental. Las plantaciones de *Q. saponaria* tienden a favorecer la estética del paisaje, ya sea como dehesas o bosques más densos.

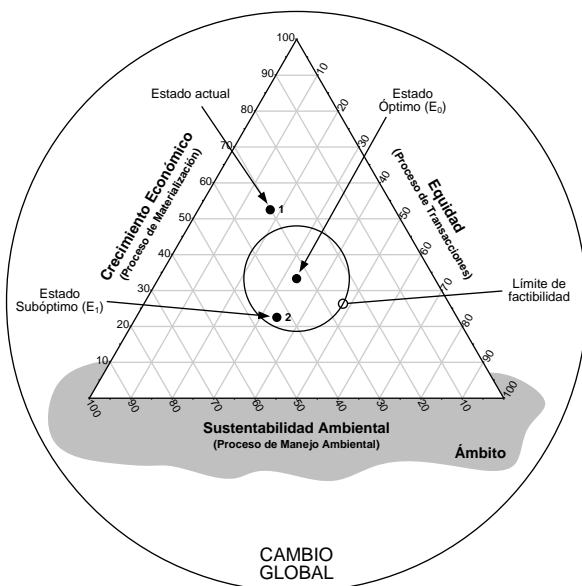
A continuación se describen principios de diseño estético a escala predial, que son relevantes para potenciar el valor de las plantaciones y el predio que las alberga.

- **Forma.** La forma tiene un efecto poderoso y evocativo en la manera que se percibe el entorno.
- **Fuerza visual.** El ojo y la mente responden a la fuerza visual de manera predecible.
- **Escala.** La escala es un asunto de tamaño relativo y tiene un efecto mayor en la percepción.
- **Diversidad.** El paisaje debe incorporar elementos diversos que rompan la monotonía del paisaje.
- **Unidad.** El conjunto de elementos que integran el paisaje debe relacionarse y constituir un todo.
- **Espíritu de lugar.** Los elementos del paisaje deben integrarse de manera que el todo corresponda a una identidad propia del lugar.

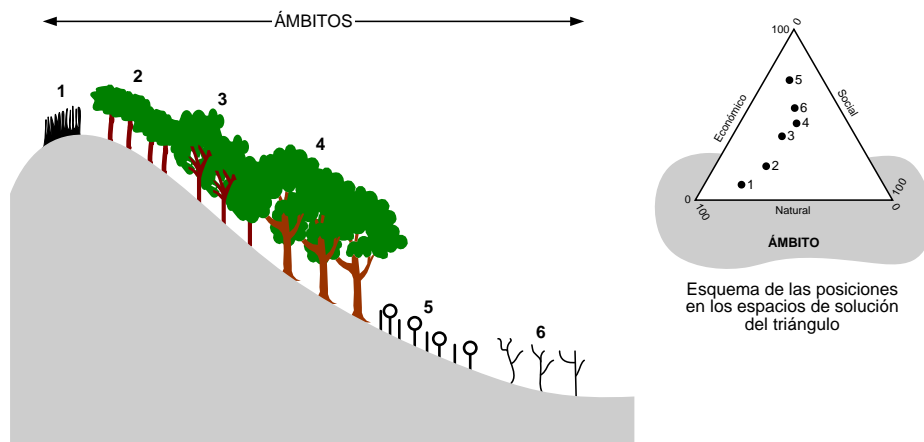
## **6.5. Espacio de solución**

Existen tres tipos de variables que determinan el espacio de solución para el ordenamiento territorial de un predio, variables sociales, económicas y ecológicas. Las variables ecológicas representan las limitantes y potencialidades con respecto a la producción de biomasa de *Q. saponaria*. Las variables económicas se refieren a los negocios involucrados en el predio y las variables sociales a la habitabilidad del predio, es decir, a las condiciones que permiten al hombre vivir en él (luz, agua, conectividad, actividades de ocio, etc.) una buena calidad de vida. El espacio de solución ocurre cuando estas tres variables se complementan armónicamente permitiendo la sustentabilidad del predio, conjugando por una parte los propósitos de los actores sociales y por otra las condiciones prediales y su capacidad potencial de producción (Figura 36). Este espacio de solución será distinto dependiendo del ámbito en cuestión de tal manera que en una ladera con baja capacidad productiva la solución será distinta a la de una planicie con mayor capacidad productiva (Figura 37).

La competencia de las plantaciones de *Q. saponaria* con otras especies forestales exóticas es un aspecto importante para determinar el espacio de solución. Las especies exóticas como el eucalipto y pino tienen una mayor tasa de crecimiento (en parte como consecuencia del mejoramiento genético de las variables de manejo durante varias décadas). De esta forma, *Q. saponaria* puede desplazar estas plantaciones si se valoran los servicios adicionales que ésta produce en relación a las especies exóticas (paisaje, miel, biodiversidad), o bien el espacio de solución quedará acotado a las zonas donde no existen plantaciones de pino o eucalipto.



**Figura 36. Esquema de la ubicación en función de las tres diferentes determinantes de orden: económico, ecológico y social, las cuales generan como resultante el estado actual del predio, que puede estar dentro del límite de factibilidad (Estado óptimo o Estado subóptimo) o fuera de éste. En el primer caso el área de estudio se encuentra en una situación sustentable mientras que en el segundo es insustentable (Gastó, Vélez y D'Angelo, 1997)**



**Figura 37. Determinantes de orden económico, ecológico y social y esquema de su posición relativa de acuerdo a las características de la geoforma y del sitio (Gastó, Vélez y D'Angelo, 1997)**

## Diseño de ecosistemas de *Quillaja saponaria* Mol.



Foto 25. Dehesa de quillayes en predio San Antonio de Nilahue, VI Región. Individuos establecidos en forma silvestre (Fotografía tomada en agosto de 2006)



Foto 26. Dehesa de quillayes en Casablanca, V Región. Individuos establecidos en forma silvestre. (Fotografía tomada en octubre de 2006)



Foto 27. Población de *Q. saponaria* con formación tipo dehesa y producción de carne de cordero cerca de Talca, VII Región. Se desconoce el propósito del barbecho y la edad de los individuos, aunque se presume que son de origen silvestre (no plantados intencionalmente). (Fotografía tomada en febrero de 2008)



Foto 28. Población de *Q. saponaria* con formación tipo dehesa, cerca de Talca, VII Región. Se presume que los individuos son individuos de origen silvestre. (Fotografía tomada en febrero de 2008)



Foto 29. Plantación de *Q. saponaria* realizada en 1974 en el predio Los Cheuques, comuna San Antonio, V Región. Se observa cómo la plantación derivó en un bosque esclerófito. (Fotografía tomada en septiembre de 2006)



Foto 30. Matorral esclerófito (incluye *Q. saponaria*) versus una plantación de pino en el secano costero de la VII Región. (Fotografía tomada en febrero de 2008)

## Diseño de ecosistemas de *Quillaja saponaria* Mol.



Foto 31. Individuo de *Q. saponaria* con rebrote frondoso en Tranque de Nilahue, VI Región. (Fotografía tomada en agosto de 2006)



Foto 32. Árbol de *Q. saponaria* con rebrote y raleado en el predio Tranque de Nilahue, VI Región. (Fotografía tomada en agosto de 2006)



Foto 33. *Quillaja saponaria* como elemento paisajístico en camino de la Viña Los Vascos, VI Región. (Fotografía tomada en septiembre de 2006)



Foto 34. Individuos de *Q. saponaria* como elemento del paisaje urbano en Curepto, VII Región. (Fotografía tomada en febrero de 2008)



Foto 35. Individuo de *Q. saponaria* en El Tranque de Nilahue. Destaca la arquitectura particular del árbol, compactada y piramidal, distinta a lo normalmente observado en la especie. (Fotografía tomada en agosto de 2006)



Foto 36. Plantación de *Q. saponaria* y *Jubaea chilensis* (palma chilena) establecida en 1991-1993 con riego por goteo. Hacienda Loncha, Alhué, Región Metropolitana (Fotografía tomada en noviembre de 2007)

## Diseño de ecosistemas de *Quillaja saponaria* Mol.



Foto 37. Producción de miel de *Q. saponaria* en predio Los Cheuques, V Región, donde se estableció una plantación de la especie en 1974 (Fotografía tomada en septiembre de 2006)



Foto 38. Individuo de *Q. saponaria* en plena floración en el predio Hacienda Loncha, Alhué, Región metropolitana (Fotografía tomada en diciembre de 2007)



Foto 39. Individuos de *Q. saponaria* en una viña cerca de Talca, VII Región. (Fotografía tomada en febrero de 2008)



Foto 40. Viña en la Región Metropolitana en zona de Longovilo. Se observan corredores de vegetación natural en las quebradas (Fotografía tomada en diciembre de 2007)



Foto 41. Individuos de *Q. saponaria* plantados en corredor vegetal en cultivo de arándanos en Bureo, VIII Región (Fotografía tomada en septiembre de 2007)



Foto 42. Individuo de *Q. saponaria* en un corredor de vegetación para el control biológico de plagas en cultivo de arándanos, Mataquito, VII región (Fotografía tomada en febrero de 2008)

## 7. CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL DE PREDIOS PARA EL DISEÑO Y GESTIÓN DE ECOSISTEMAS DE QUILLAJA SAPONARIA

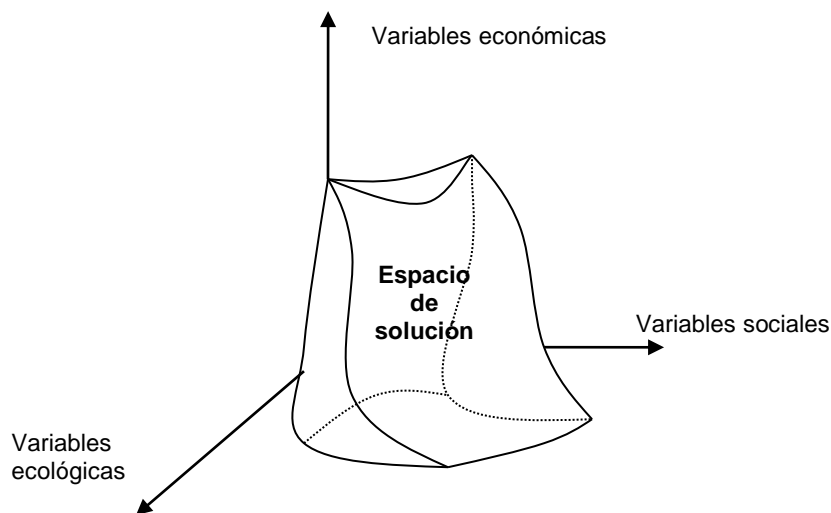
### 7.1. Bases teóricas

Existen tres tipos de variables involucradas en la toma de decisiones para seleccionar predios y sitios donde establecer plantaciones de *Quillaja saponaria*. En primer lugar, el proceso de selección está subordinado a variables económicas que determinan que la plantación pueda convertirse en un negocio (al menos potencialmente) tanto para el dueño del predio donde se establece la plantación como para la empresa. Bajo este criterio no interesan plantaciones en sitios donde el crecimiento sea demasiado lento o la inversión para establecer la plantación sea muy alta en relación a los beneficios económicos.

Por otra parte, existen variables sociales que pueden afectar la viabilidad de la plantación, las que se refieren al dueño del predio y/o los trabajadores encargados de ésta. La racionalidad del dueño del predio es crucial, ya que si se establece una plantación el beneficio de ésta para la empresa es a mediano y largo plazo (comienza al sexto año aproximadamente), por lo que el dueño debe valorar la plantación y ser una persona responsable y confiable.

Por último, existen variables ecológicas que determinan la capacidad de un sitio para establecer una plantación y afectan la velocidad de crecimiento de ésta. Este tipo de variables se refieren al clima, geoforma y características edáficas las que son abordadas más detalladamente en este estudio.

Considerando estos tres tipos de variables, es posible definir el espacio de solución donde se cumplen las condiciones favorables para establecer plantaciones exitosas en el largo plazo (Figura 38).



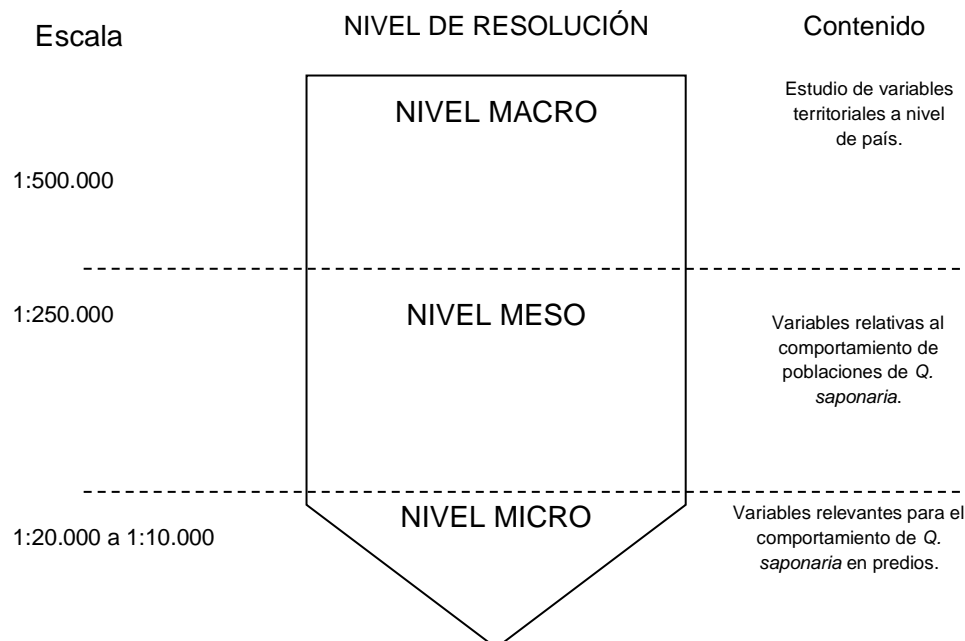
**Figura 38. Representación de los tipos de variables que componen el espacio de solución que corresponde a terrenos apropiados para plantar y cosechar *Quillaja saponaria***

Por otra parte, los criterios para seleccionar predios proveedores de biomasa de *Quillaja saponaria* deben abordarse desde un nivel jerárquico mayor a uno menor. El Sistema de Clasificación de Ecorregiones propuesto inicialmente por Gallardo y Gastó (1987) y posteriormente perfeccionado por Gastó, Cosío y Silva (1990) y Gastó, Cosío y Panario (1993) considera variables climáticas

(Reino, Dominio y Provincia), según Köppen (1923; 1948); variables geomorfológicas, (Distrito), de acuerdo a Murphy (1967); variables edafoambientales (Sitio), según Panario et al (1988); canalización antrópica (Uso), de acuerdo a Mc Ardle, (1960); grado de artificialización (Estilo), según Gastó (1979); y estado y dirección de cambio del pastizal (Condición y Tendencia), de acuerdo a Diksterhuis (1949); Infante (1986). Este Sistema de Clasificación de Ecorregiones propone un sistema que organiza la información territorial con los siguientes atributos:

- Universal: se aplica igual en cualquier lugar del mundo
- Jerárquico: las variables se organizan en niveles de tal manera que los niveles superiores dominan a los niveles inferiores.
- Multivariable: el sistema permite abordar varias variables simultáneamente.
- Aplicable a distintas escalas de trabajo (potrero, predio, cuenca, comuna, etc.)
- Codificable: permite desarrollar bases de datos y acceder a la información cuando esto sea requerido.
- Permite generar bases de datos del lugar caracterizado
- Transitividad ecológico-administrativa: permite realizar el cambio desde la descripción ecológica a la administrativa, y viceversa.

Se proponen tres escalas de análisis para estudiar la factibilidad de predios de convertirse en proveedores: Macroescala (basado en clima), Mesoescala (basado en condiciones edáficas) y Microescala (variables internas al predio). Los niveles de Macroescala y Mesoescala son abordados mediante información cartográfica existente mientras que el nivel a Microescala sólo es posible abordarlo si se realizan visitas al área de estudio.



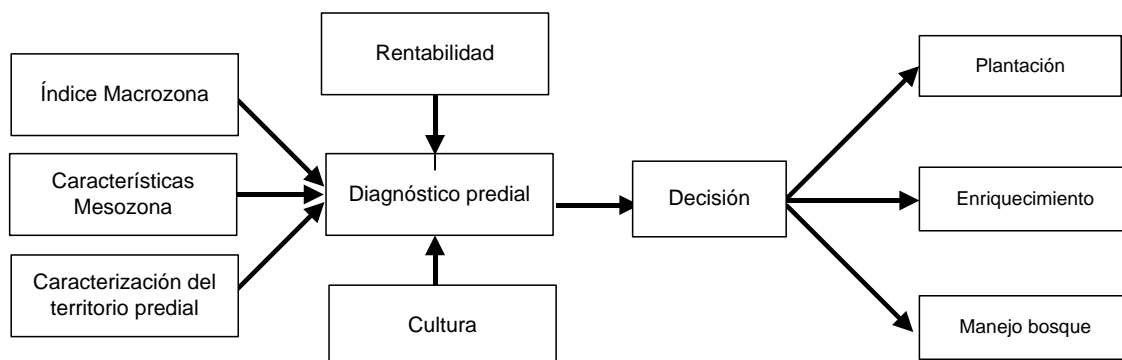
En el nivel de Macroescala corresponde al de menor resolución y considera sólo variables del tipo climáticas, en base a lo cual se divide el territorio (desde la IV a la IX Región) en áreas de distinto potencial productivo tal como se describe en el Capítulo 4. Es en esta escala que es posible estimar una zonificación en base al potencial productivo de la especie.

Una vez identificado el índice de productividad de la zona correspondiente, es posible reconocer distintos potenciales según las características edáficas del área en cuestión. A nivel de Mesoescala se utilizó una clasificación de suelos según material de origen (IREN - Proyecto Aerofotogramétrico Chile/OEA/BID, 1964). Los tipos de suelos presentes en el área de estudio se describen en el Capítulo 3.7 (Gayoso y Alarcón, 1999; Schlatter, Grez y Gerding, 2003).

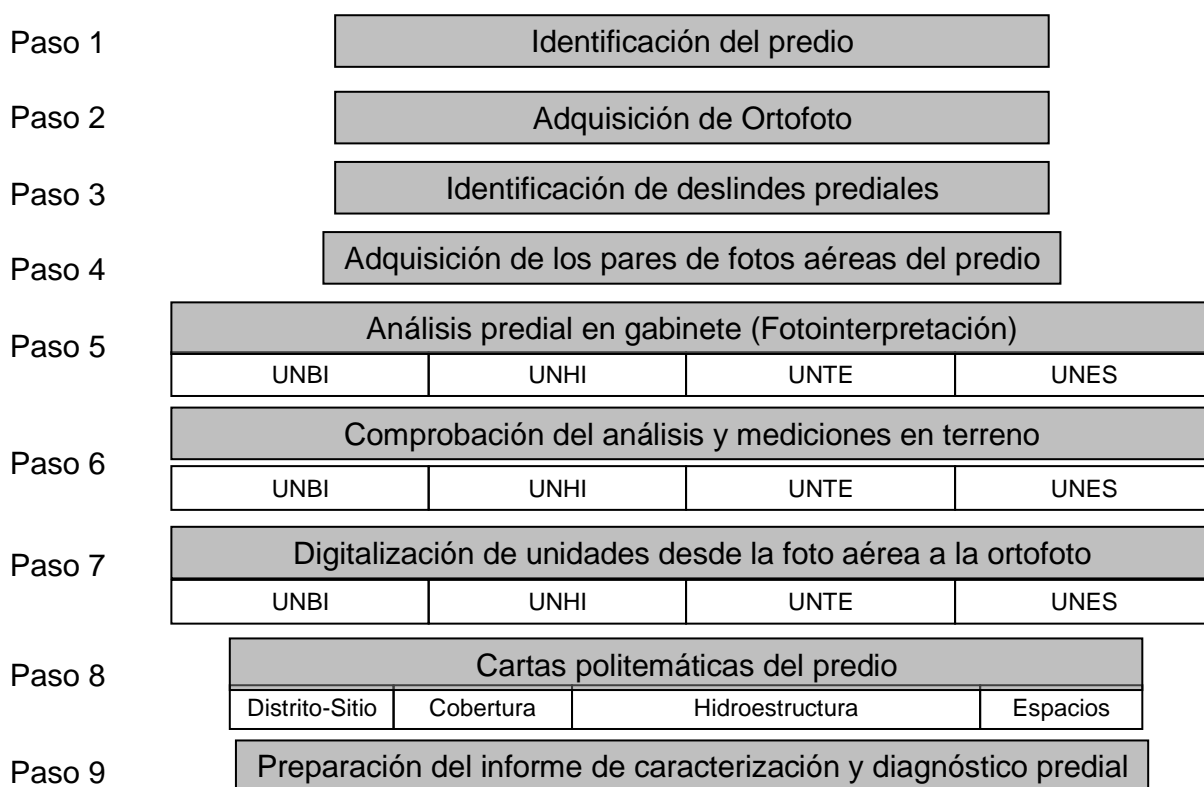
En el nivel de Microescala se abordan las características intra-prediales. En este nivel es necesario caracterizar el predio levantando la información pertinente al cultivo de *Quillaja saponaria* en terreno. Para caracterizar el predio se propone la Metodología de Caracterización Territorial (Gastó, Cosío y Panario, 1993) adaptada para los fines de este estudio.

## 7.2. Protocolo de caracterización territorial predial

El protocolo propuesto consiste en la adaptación de la Metodología de Caracterización Territorial (Gastó, Cosío y Panario, 1993) adaptada para diagnosticar si en el predio evaluado es conveniente realizar plantaciones, enriquecimiento, propagación por semilla o existe la presencia de *Quillaja saponaria* posible de cosechar mediante el manejo del bosque (Figura 39). En caso de que una de estas opciones sea positiva, el método propuesto permite diseñar la plantación en forma óptima, considerando las potencialidades y limitantes del predio.



**Figura 39. Esquema de razonamiento para analizar las posibilidades de un predio con respecto a *Quillaja saponaria***



**Figura 40. Pasos de la Metodología de Caracterización Territorial y las metas a alcanzar en cada uno (Gastó Rodrigo y Aránguiz. 2002)**

### 1. Identificación del predio

El primer paso de esta metodología es identificar adecuadamente el predio a caracterizar. Para ello se requiere nombre y N° ROL del predio y su localización administrativa, ecológica y geográfica:

- Localización administrativa: se refiere a la comuna, provincia, región y país donde se ubica el predio.
- Localización ecorregional: considera las características climáticas donde el predio se inserta. Para este estudio, la ubicación ecorregional corresponde a la subprovincia donde se ubica el predio.
- Localización geográfica: son las coordenadas geográficas del predio, las cuales, para ser coherente con la información territorial del estudio, se registrarán en UTM (Universal Transversal de Mercator) utilizando el Datum WGS 84.

### 2. Adquisición de Ortofoto

Una vez localizado el predio, es necesario adquirir una ortofoto<sup>4</sup> donde aparezca éste en su totalidad. En Chile las ortofotos se pueden comprar en el IGM (Instituto Geográfico Militar) en formato papel o en el CIREN (Centro de Información de Recursos Naturales) quien las vende en formato papel o digital pero con una resolución inferior a las del IGM. La ventaja de adquirirla en el CIREN es que sólo se compra una ortofoto y además puede adquirirse el producto “Ventana predial” que incluye además el deslinde del predio junto con los tipos de suelo (serie y capacidad de uso). Si se compra la

<sup>4</sup> La ortofoto corresponde a la proyección ortogonal de la fotografía aérea georreferenciada generando un mapa fotográfico donde se indica además la latitud y la longitud. Su escala es uniforme en toda el área y es la indicada en el texto.

ortofoto en el IGM, puede ocurrir que el predio se presente en más de una ortofoto. Por otra parte, dado que sólo se venden en formato papel, es necesario escasearlas y georreferenciarlas. Sin embargo, la resolución de la ortofoto que ofrece el IGM es superior a la ofrecida por el CIREN.

### **3. Identificación de deslindes prediales**

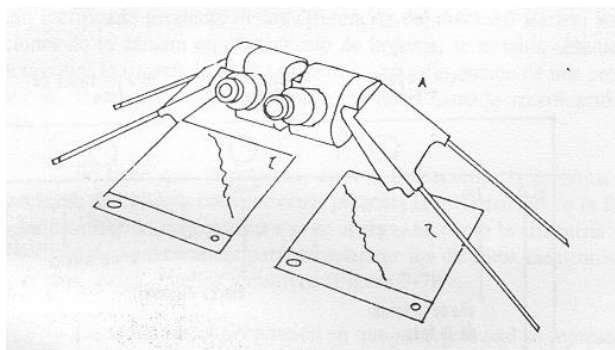
Los deslindes del predio pueden comprarse en el CIREN si se conoce el ROL del predio. Otra forma de identificarlo es en base a la ortofoto junto con el propietario, recorriendo el campo. Siempre es recomendable cotejar los deslindes del predio con éste, ya que la información del CIREN no está actualizado (corresponde a la información del SII).

### **4. Adquisición de los pares de fotos aéreas del predio**

Una vez identificado el predio y sus deslindes es posible adquirir las fotos aéreas del predio en el SAF (Servicio Aero Fotogramétrico). Es importante que la zona en estudio se traslape en dos fotos ya que ello permite, en la próxima etapa, ver la información en forma tridimensional.

### **5. Análisis predial en gabinete (Fotointerpretación)**

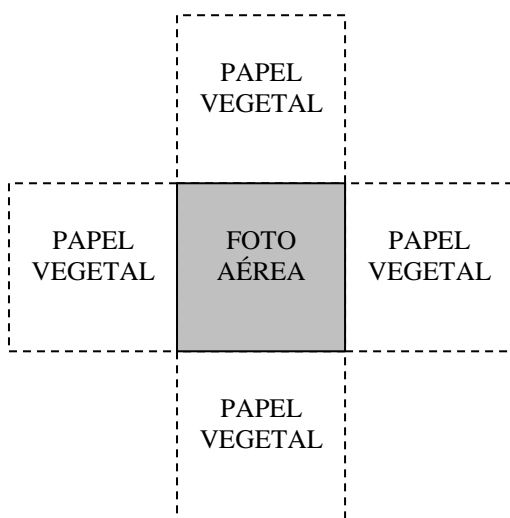
La fotointerpretación es la técnica que permite determinar en la fotografía aérea los elementos presentes en el terreno fotografiado mediante estereoscopia. Se pueden identificar y delimitar unidades vegetacionales, unidades geomorfológicas, formaciones superficiales, redes hidrigráficas, entre otros. Esta técnica se realiza con un estereoscopio de espejo (Figura 41) el cual permite ver la información de las fotografías aéreas que se traslapan en forma tridimensional. El estereoscopio se sitúa de manera que los lentes estén alineados con respecto a la línea de vuelo y con las dos imágenes que se desea ver. Una vez obtenido el efecto tridimensional, es necesario fijar ambas fotografías mediante una cinta adhesiva de modo de no perder dicho efecto.



**Figura 41. Estereoscopio de espejo**

La fotointerpretación permite distinguir las distintas unidades presentes en el territorio en base a la forma del relieve, la energía del relieve (pendiente), la tonalidad, color y textura. Es importante destacar que esta etapa no es de carácter descriptivo, sino que sólo se distinguen las distintas unidades territoriales en base a las fotos aéreas.

La información territorial se clasifica en cuatro capas. Por ello, para fotointerpretar se adhieren cuatro hojas de papel vegetal del mismo tamaño que la foto aérea por el borde de ésta (Figura 42). De esta forma, la capa sobre la cual se dibuja se dobla encima de la foto mientras que las tres restantes se doblan hacia atrás. Para dibujar sobre el papel vegetal se utiliza un lápiz grafito 0,05mm. Es importante la rigurosidad en este método ya que si la escala de la foto es 1:20.00, un milímetro de la foto corresponde a 2 metros en la realidad.



**Figura 42. Esquema de una foto aérea con cuatro papeles vegetales del mismo tamaño adheridos al borde de la foto**

Las cuatro capas permiten clasificar la información territorial en forma coherente y en conjunto contienen toda la información necesaria para analizar el predio y tomar decisiones en laboratorio. A continuación se describe cada una de éstas:

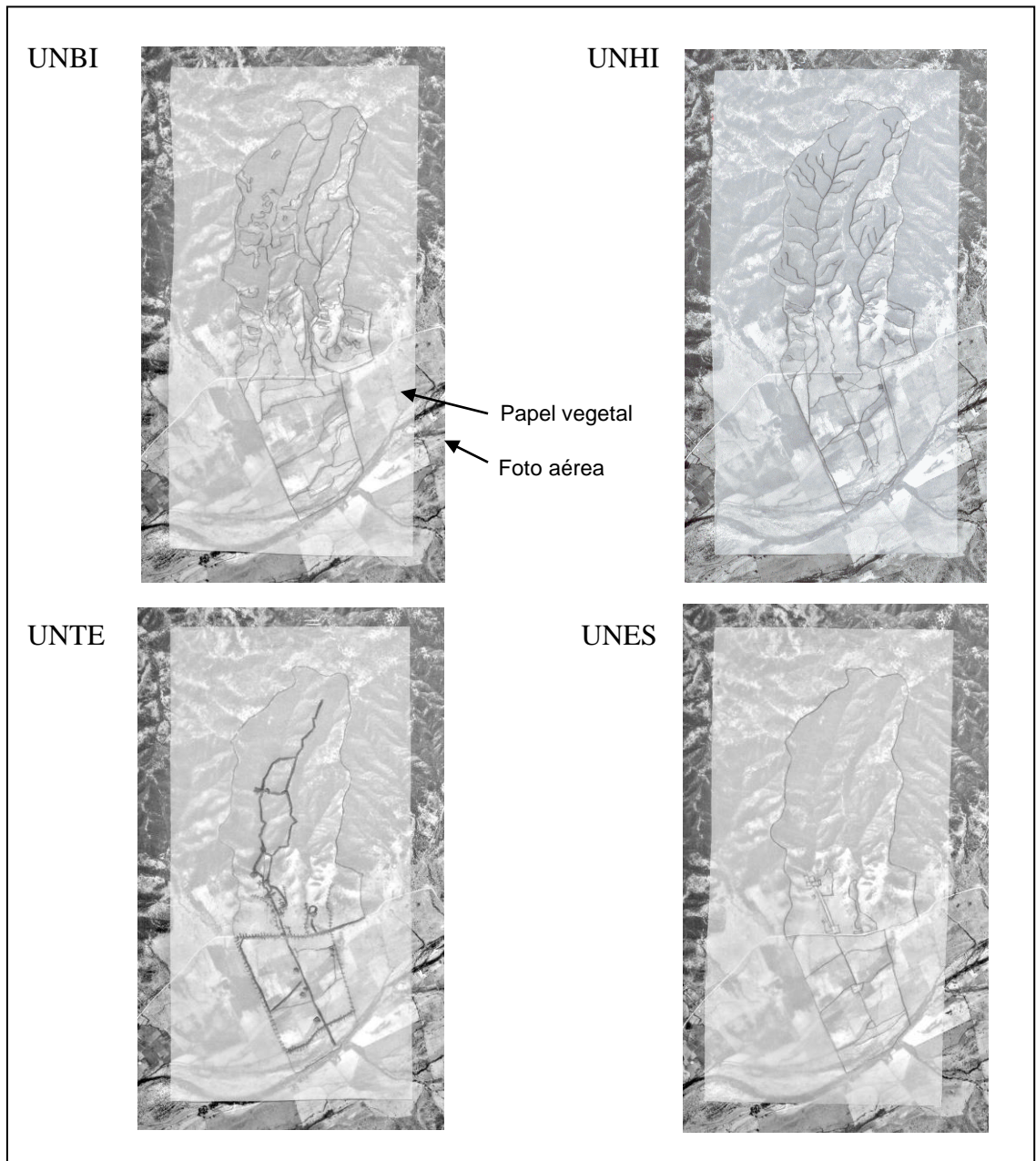
- **Unidades de Biogeoestructura (UNBI):** corresponde a los elementos del recurso natural integrados por el clima, formación geológica y geomorfológica, suelo y vegetación de cada una de las áreas a analizar, organizados (natural y antrópicamente) en un espacio e interrelacionados entre sí constituyendo una estructura definida. Esta estructura es el escenario de los recursos naturales donde se desarrolla la actividad del hombre. La naturaleza se presenta en un contexto espacial, con una estructura definida de componentes y con una organización topológica dada (Gastó, Cosio y Panario, 1993).

En la fotointerpretación se identifican y dibujan polígonos sobre el papel vegetal (Figura 43). Cada polígono representa un determinado Distrito (DIST), que corresponde a las unidades geomorfológicas dadas por la pendiente del terreno. A su vez éste se divide de acuerdo a sus características edafoambientales del Sitio (SITI), Coertura Vegetal (COBE), y la Exposición (E).

- **Unidades de Hidroestructura (UNHI):** consisten en las líneas divisoras de las cuencas identificadas en la fotointerpretación y cualquier estructura relativa a elementos de captación, conducción, almacenamiento y distribución de agua en el área de estudio. En esta capa es posible identificar puntos, líneas o polígonos los que se dibujan sobre el papel vegetal (Figura 43).

- **Unidades de Tecnoestructura (UNTE):** representa los elementos tecnológicos presentes en el predio y su posición espacial, tales como caminos, cercos, construcciones, puentes, etc. Estos elementos pueden dibujarse como puntos, líneas o polígonos en el papel vegetal (Figura 43).

- **Unidades de Espacioestructura (UNES):** corresponden a las divisiones de la propiedad, tanto en forma natural, tal como montañas o ríos, como en forma arbitraria, impuesta por el hombre por medio del uso de tecnologías. Cada una de las unidades espaciales corresponde a un espacio acotado de manejo en el cual se subdivide el predio para fines de organización y gestión. Éstas no corresponden necesariamente con las unidades biogeoestructurales. En la fotointerpretación estas unidades se representan en polígonos (Figura 43).



**Figura 43. Dibujo de las unidades territoriales sobre cada capa de información: Unidades Biogeoestructurales (UNBI), Unidades Hidroestructurales (UNHI), Unidades Tecnoestructurales (UNTE) y Unidades Espacioestructurales (UNES). El ejemplo corresponde al Fundo Santa Luisa en Alhué, RM**

## **6. Comprobación del análisis y mediciones en terreno**

En esta etapa se llevan a terreno las fotos sobre las cuales se dibujaron las capas con las cuatro capas adheridas a éstas. Cada capa involucra determinadas variables pertinentes (Cuadro 9).

Primero se identifica cada Unidad Biogeoestructural en terreno, se cotejan sus límites y se identifica con un número en el papel vegetal. La unidad se recorre de manera de reconocer su validez, existencia y representatividad. Posteriormente debe llenarse el formulario correspondiente utilizando los códigos previamente elaborados para este propósito (Anexo 5). Lo mismo se realiza para las Unidades Hidroestructurales, Tecnoestructurales y Espacioestructurales a medida que se realiza el recorrido en el área de estudio. Para cada estructura, se identifican en terreno las unidades

reconocidas en la fotointerpretación y se les coloca un número correlativo para llenar los formularios respectivos (Anexo 5).

**Cuadro 9. Variables utilizadas para codificar la información descriptiva para cada capa de Unidades**

Unidades	Variables que la describen	Unidades	Variables que la describen
UNBI	Distrito (DIST)	UNHI	Clase (Clas) Uso (Uso) Estilo (Esti) Condición (Cond)
	Sitio (SITI)		
	-Textura-profundidad (TXPR)		
	-Hidromorfismo (HIDR)		
	-Pendiente (P)		
	-Exposición (E)		
	-Reacción (R)		
	-Salinidad-Sodio (S)		
	-Fertilidad (F)		
	-Pedregosidad (P)		
UNBI	Uso (USO)	UNES	Clase (Clas) Uso (Uso) Estilo (Esti) Condición (Cond)
	-Uso (USO)		
	-Propósito de Uso (PUSO)		
	Estilo (ESTI)		
	-Estilo (ESTI)		
	-Subestilo (SUES)		
	Manejo		
	-Input fertilidad (FERT)		
	-Input agua (AGUA)		
	-Input protección (PROT)		
UNBI	Valoración	UNTE	Clase (Clas) Uso (Uso) Estilo (Esti) Condición (Cond)
	-Condición (COND)		
	-Tendencia (TEND)		
	-Productividad (PROD)		
	-Capacidad sustentadora		
	(CASU)		

Los siguientes materiales se utilizan para hacer las mediciones en terreno:

- Eclímetro o clinómetro
- Brújula
- Barreno helicoidal
- GPS (*Global Positioning System*)
- Huincha de 30 metros
- Ipsómetro

### 7. Digitalización de unidades desde la foto aérea a la ortofoto

Una vez que se tiene toda la información predial, ésta se traspasa a la ortofoto que corresponde a un mapa fotográfico. Esto se realiza utilizando el software Arc-View GIS 3.2 (Sistema de Información Geográfica) de la *Environmental Systems Research Institute, Inc.* Éste permite redibujar sobre la ortofoto las unidades identificadas y descritas en las etapas anteriores. Esto se realiza reconociendo visualmente las unidades en la ortofoto.

Adicionalmente, la información contenida en las tablas se ingresa en el Sistema Unidades, el cual es un programa diseñado especialmente para la Metodología de Caracterización Territorial. Este programa resulta muy cómodo para analizar la información y permite exportar las tablas para posteriormente unirlos a los mapas generados en Arc View 3.2.

## **8. Cartas politemáticas del predio**

Una vez ingresada toda la información en el programa ArcView (incluyendo las tablas exportadas desde el Sistema Unidades), es posible generar mapas del predio con la información pertinente al problema abordado.

## **9. Preparación del informe de caracterización y diagnóstico predial**

El informe del estudio predial se compone de la caracterización del predio y además el diagnóstico que se hace para determinar posibles áreas para establecer una plantación, enriquecer un área que ya presenta individuos o el manejo de un bosque que incluye *Q. saponaria*.

En la primera parte, sobre la caracterización se debe identificar y localizar el área de estudio. Esto puede realizarse basado en el registro del predio en una ficha (Anexo 4) generada para ello. Esta ficha pretende recopilar las variables más esenciales para entender el predio.

En cuanto al área de estudio en sí, deben incluirse en el informe al menos las siguientes cartas:

- Distrito y sitio
- Cobertura vegetal
- Hidroestructura
- Espacioestructura
- Tecnoestructura

Estas características deben incluir las superficies correspondientes de las unidades las que expresadas en tablas permiten cuantificar los datos.

### **7.3. Caso de aplicación: Caracterización del predio Las Pataguas**

#### **INTRODUCCIÓN**

El predio Las Pataguas presenta una superficie de 730 ha y se ubica en la comuna de Pumanque, VI Región. Históricamente el predio se dedica a ganadería no intensiva y cultivo de cereales en una pequeña parte de su superficie. Actualmente el predio está estableciendo una plantación de olivos y evaluando la forestación de las zonas que no son afectadas por el cultivo de olivo.

La caracterización predial descrita a continuación fue realizada con la ayuda de alumnos del curso “Taller de Ecosistemas” de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile y presenta algunos errores de precisión por lo que se recomienda verificar la información antes de tomar decisiones de manejo en base a ésta. La información disponible se considera suficiente para ejemplificar la aplicación del protocolo de caracterización predial, sin embargo, el protocolo no fue aplicado en forma completa dado que no se registraron las poblaciones naturales de *Q. saponaria* presentes en él.

## **ENCUADRE**

### **Localización geográfica**

- Coordenadas UTM, Datum WGS 84, Huso 19:
- Coord. N: 6169919 – 6174062
- Coord. E: 253861 – 257845
- Altitud: 165-302 msnm

### **Localización administrativa**

- País: Chile
- Región: Libertador Bernardo O'Higgins
- Provincia: Colchagua
- Comuna: Pumanque
- N° Rol: 54-15

### **Localización ecorregional**

- Reino: Templado
- Dominio: Secoestival mediterráneo
- Provincia: Secoestival nubosa
- Subprovincia: Litueche (índice de productividad potencial: 4)

El clima en el cual se inserta el predio corresponde al clima templado de verano seco, su temperatura es moderada, sin nieve y pocas heladas. Este tipo de clima se inserta en el Dominio Secoestival Nuboso o “Mediterráneo”, con inviernos húmedos y moderados y veranos secos y caluroso (Gastó *et al.* 1993).

El predio presenta las siguientes características agroclimatológicas, descritas por Santibáñez y Uribe 1993 (1993):

- Temperatura media anual: 14,1°C
- Temperatura máxima media del mes más cálido (enero): 29°C
- Temperatura mínima media del mes más frío (julio): 4,9°C
- Período libre de heladas (diciembre a marzo inclusive): 300 días/año
- Días grado anuales ( $T^{\circ} > 10^{\circ}\text{C}$ ): 2000 grados-días
- Suma anual de horas de frío ( $T^{\circ} < 7^{\circ}\text{C}$ ): 600 horas de frío
- Precipitación media anual: 600 mm
- Precipitación mes más lluvioso (junio): 155,7 mm
- Evaporación anual estimada: 1266 mm

## CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### Biogeoestructura

El área de estudio presenta en su mayor parte distritos ondulados (Cuadro 10) los que predominan en la parte sur y poniente del predio. No aparecen distritos con pendientes mayores a 66,4%.

**Cuadro 10. Superficies de las distintas pendientes presentes en el área de estudio**

Distrito	Descripción de las pendientes(%)	Superficie	
		(ha)	(%)
Depresional	< 0,0	1,9	0
Plano	0,0 - 10,4	212,2	29
Ondulado	10,5 -34,4	491,5	67
Cerrano	34,5 - 66,4	24,2	3
Total		729,9	100

### Sitios

El sitio corresponde a un área de tierra que difiere de otras en su capacidad potencial de producción de una cierta cantidad y calidad de vegetación (Dyksterhuis, 1949; *Soil Conservation Service*, 1962 citado por Gastó *et al.* 1993).

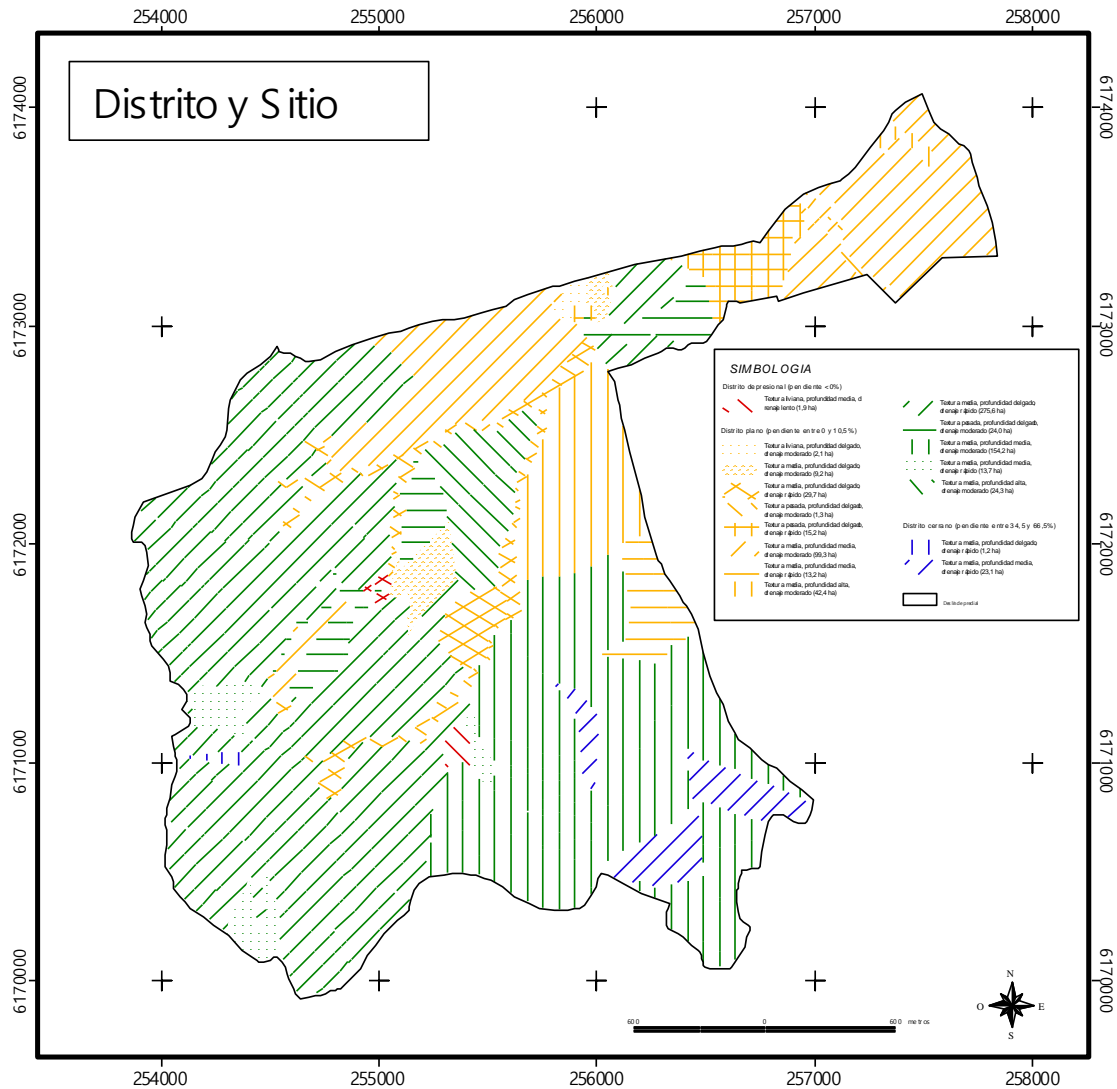
Los sitios se diferencian en base a la textura y profundidad que presentan y además según el comportamiento del agua en el suelo o hidromorfismo (Gastó *et al.* 1993).

Se observaron 16 tipos distintos de sitio en el área de estudio (Cuadro 11, Figura 44). Predominan los sitios de profundidad media (entre 30 y 60 cm) de textura media. En cuanto al comportamiento del agua en el suelo la mayor parte del área de estudio presenta un drenaje moderado y rápido. En algunos sitios se identificó hidromorfismo estacional medio y superficial, lo cual significa que el agua se acumula temporalmente a esas profundidades. Esto no fue registrado en las cartografía por errores metodológicos. En estos casos se observó una grava a poca profundidad del suelo, lo cual explica el problema de drenaje del sitio.

**Cuadro 11. Superficies de distrito-sitio presentes en el área de estudio y su representatividad expresada en porcentaje del total**

Código	Distrito	Sitio		Superficie	
		Textura-profundidad	Hidromorfismo	(ha)	%
147	Depresional	Liviana-mediano	Drenaje lento	1,9	0,3
218	Plano	Liviana-delgado	Drenaje moderado	2,1	0,3
228	Plano	Media-delgado	Drenaje moderado	9,2	1,3
229	Plano	Media-delgado	Drenaje rápido	29,7	4,1
238	Plano	Pesada-delgado	Drenaje moderado	1,3	0,2
239	Plano	Pesada-delgado	Drenaje rápido	15,2	2,1
258	Plano	Media-mediano	Drenaje moderado	99,3	13,6
259	Plano	Media-mediano	Drenaje rápido	13,2	1,8
288	Plano	Pesada-profundo	Drenaje moderado	42,4	5,8
329	Ondulado	Media-delgado	Drenaje rápido	275,6	37,8
338	Ondulado	Pesada-delgado	Drenaje moderado	23,8	3,3
358	Ondulado	Media-delgado	Drenaje moderado	154,2	21,1
359	Ondulado	Media-mediano	Drenaje rápido	13,7	1,9
388	Ondulado	Pesada-profundo	Drenaje moderado	24,3	3,3
429	Cerrano	Media-delgado	Drenaje rápido	1,2	0,2
458	Cerrano	Media-mediano	Drenaje moderado	23,1	3,2
Total				729,9	100,0

Nota: La profundidad del suelo se divide en tres categorías: profundo (>80cm), mediano (desde≥30 hasta 80cm) y delgado (≤30cm).



**Figura 44. Carta de Distrito y Sitio del predio Las Pataguas**

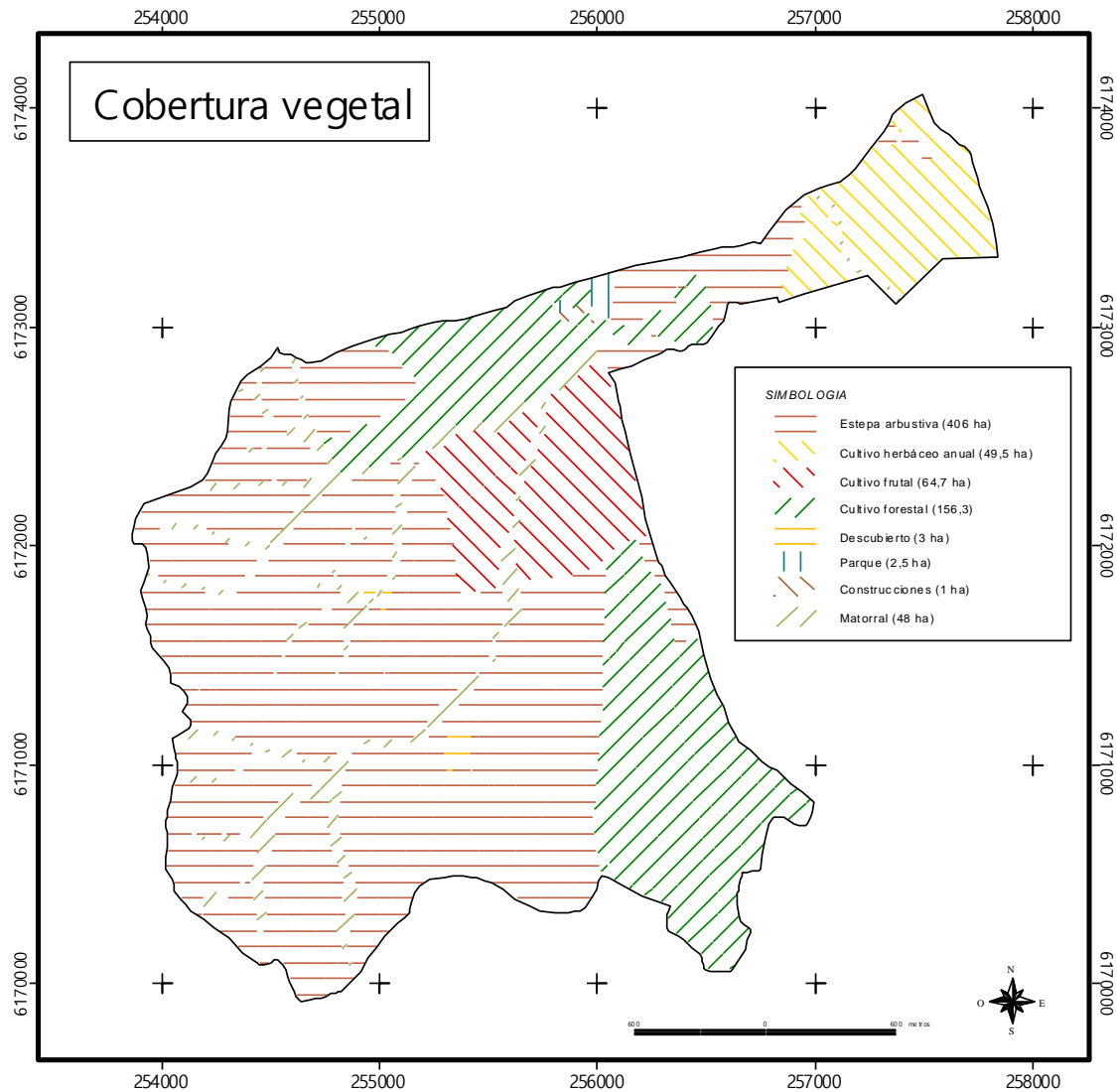
### Cobertura vegetal

En el área de estudio predomina el matorral esclerófito (Figura 45). Originalmente esta zona era cubierta por bosque esclerófito del cual aún se observan varias especies, especialmente en algunas quebradas.

Entre las especies nativas en el predio destacan: *Crinodendron patagua* (patagua), *Lithraea caustica* (litre), *Peumus boldus* (peumo), *Quillaja saponaria* (quillay), *Acacia caven* (espino), *Bacaris linearis* (romerillo), *Salix humboldtiana* (sauce chileno), *Azara dentata* (corcolén), *Rhodophiala sp.* (añañuca), *Cynara cardunculus* (cardo).

Además destacan el cultivo forestal de *Eucaliptus globulus* y *Pinus radiata* y el cultivo frutal de *Olea europea* (olivo).

Por último se observó un cultivo anual donde el último cultivo fue *Triticum sativum* (trigo).



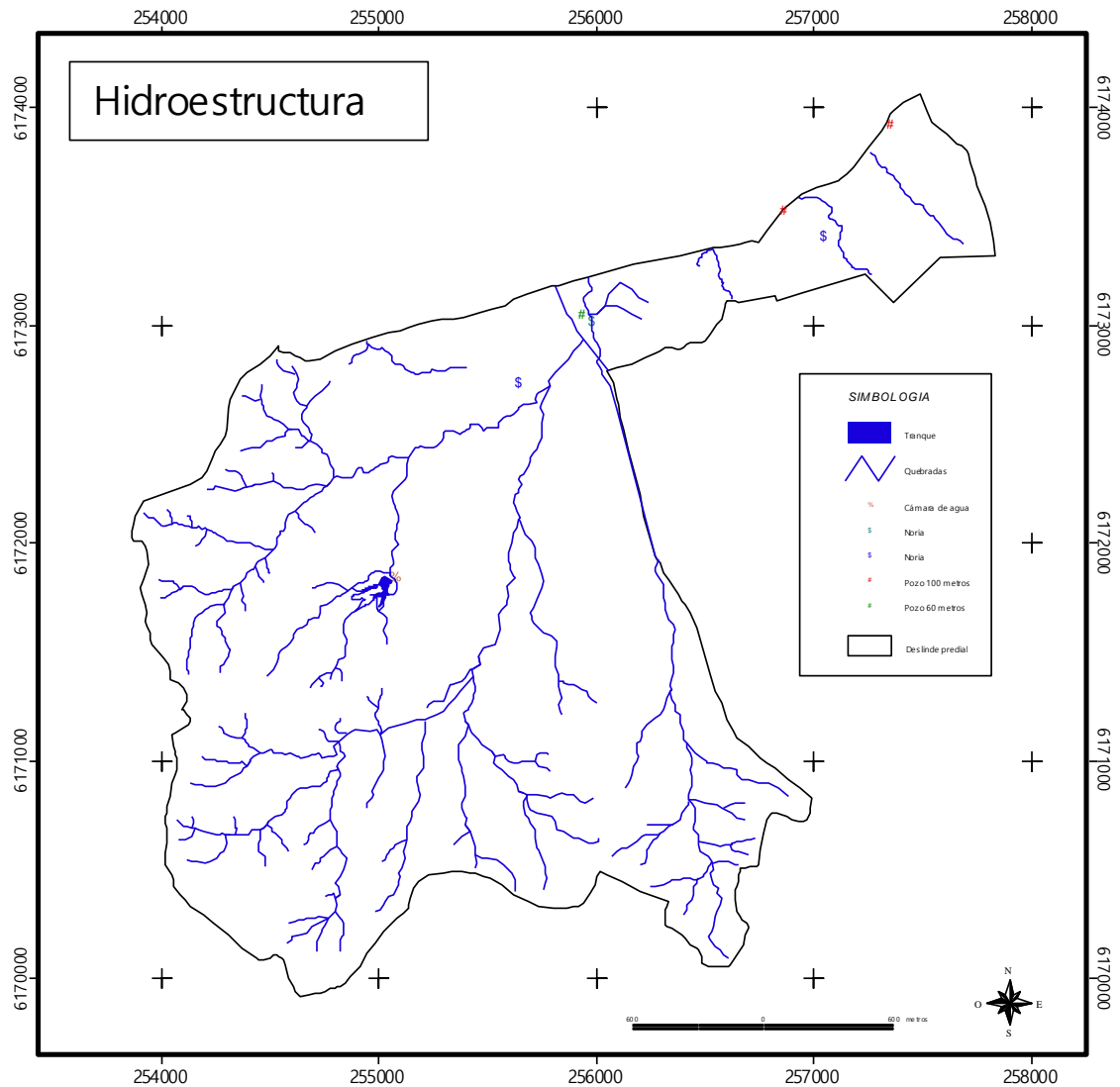
**Figura 45. Carta de Cobertura vegetal del predio Las Pataguas**

### **Hidroestructura**

Dentro del predio pueden distinguirse tres micro-cuencas que comienzan en el sector sur y poniente donde los distritos ondulados predominan, y se unen en las áreas más planas en un cauce mayor (Figura 46). El régimen de estos cauces es pluvial.

Una de estas cuencas alimenta un tranque de aprox. 6800m<sup>3</sup> que actualmente no se utiliza pero a futuro se plantea su utilización para riego. El predio se abastece de agua por tres pozos y dos norias. En cuanto a los pozos, dos de éstos tienen 100m y entregan 20 l/s cada uno, y el restante de 60m entrega 10 l/s.

Por otra parte, destacan el sistema de drenajes en el cultivo de olivos.



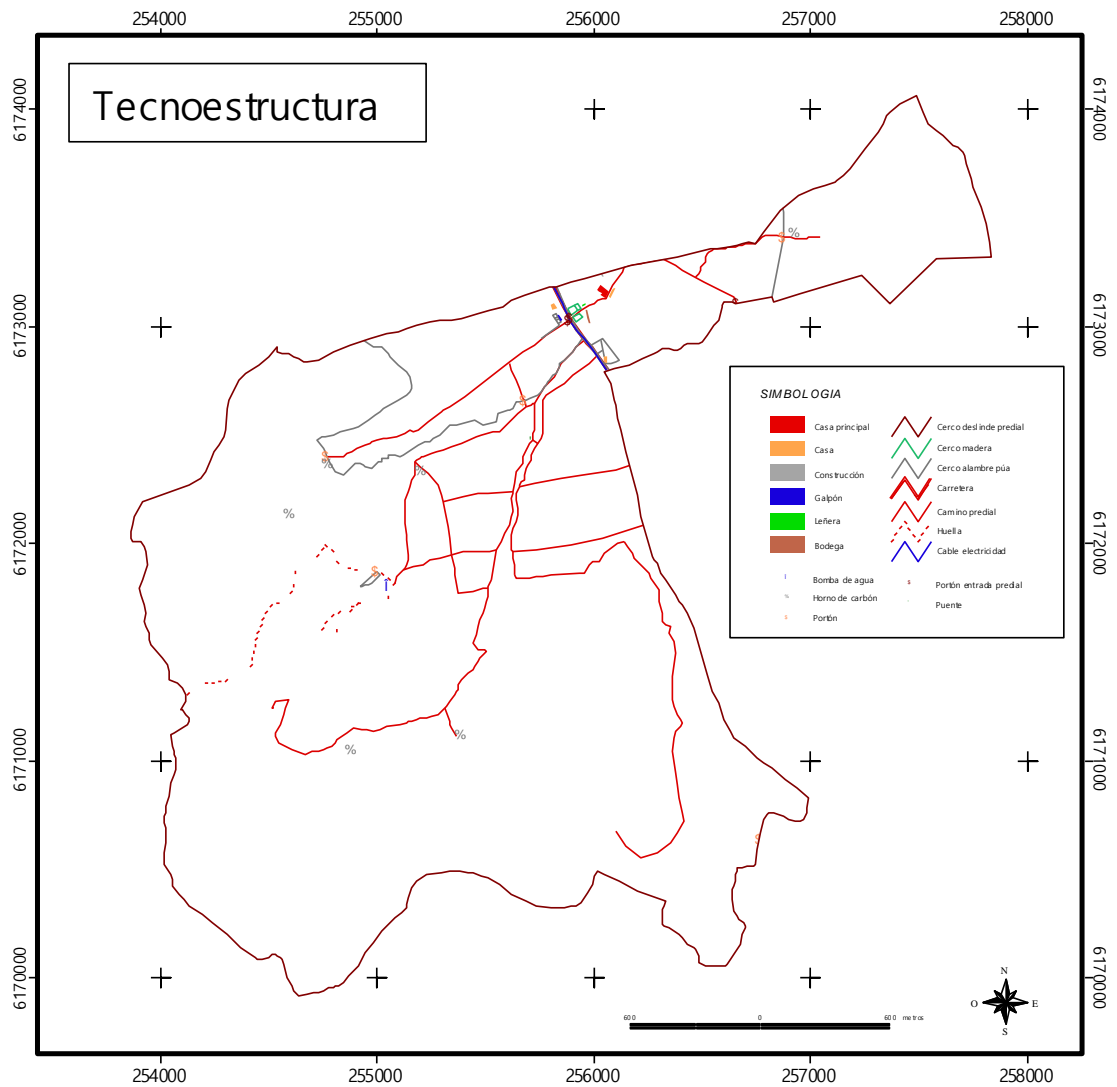
**Figura 46. Carta de Hidroestructura del predio Las Pataguas**

### Tecnoestructura

Las estructuras tecnológicas lineales presentes en el predio incluyen caminos y cercos (Figura 47). La zona residencial principal presenta una casa que destaca por su antigüedad, junto a otras viviendas para familiares y trabajadores.

El predio se conecta mediante caminos y huellas de cuidado pobre en general.

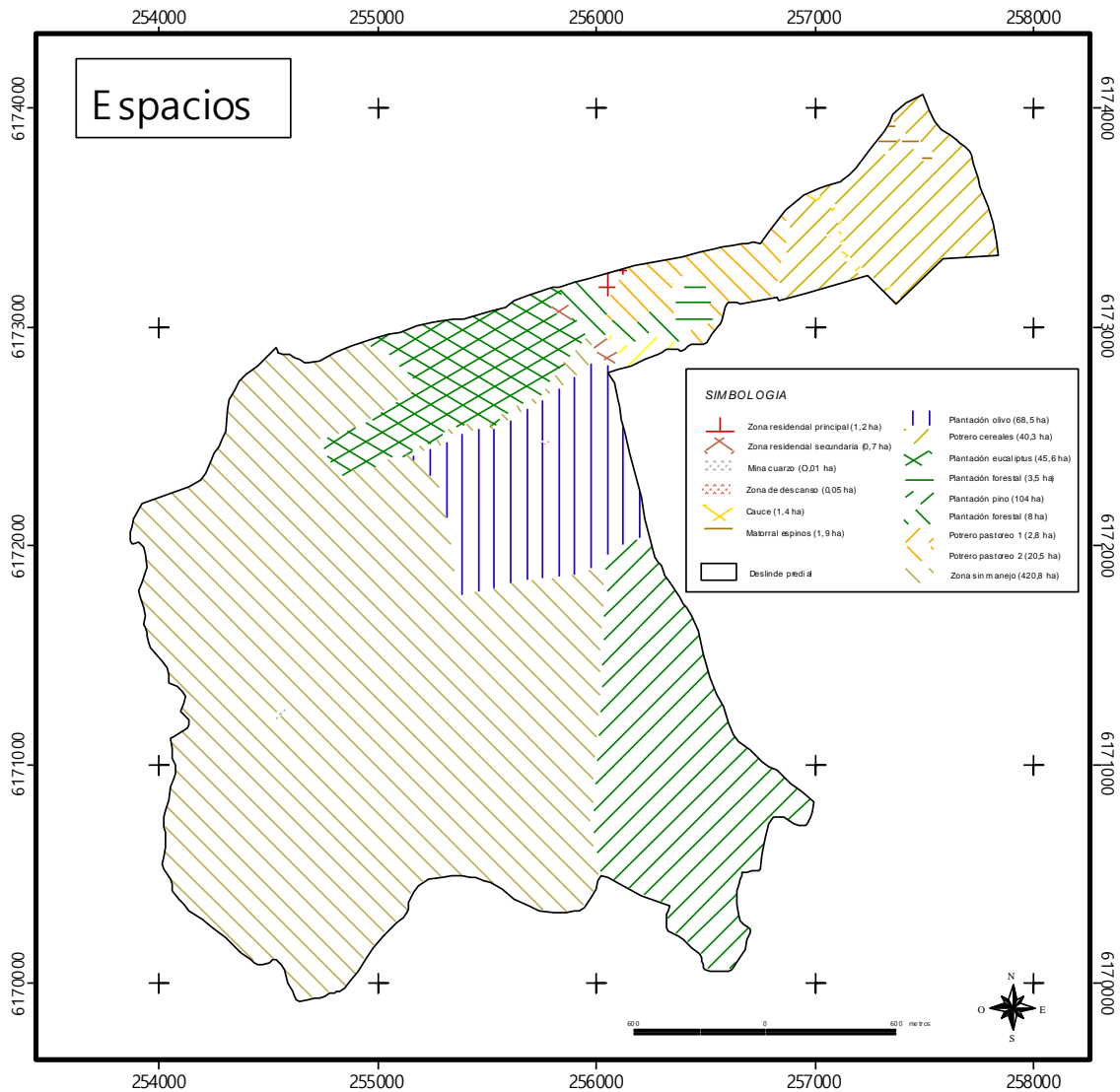
En el predio se encontraron también hornos de carbón, algunos de ellos actualmente en uso para hacer carbón de espino.



**Figura 47. Carta de Tecnoestructura del predio Las Pataguas**

### **Espacios**

La mayor parte de la superficie predial no está actualmente bajo ningún tipo de manejo (Figura 48) y es pastoreada por el ganado en forma incontrolada. Destacan también las plantaciones forestales en gran parte del predio aunque su condición es regular a pobre. El cultivo de olivos se implementó sitios planos y ondulados.

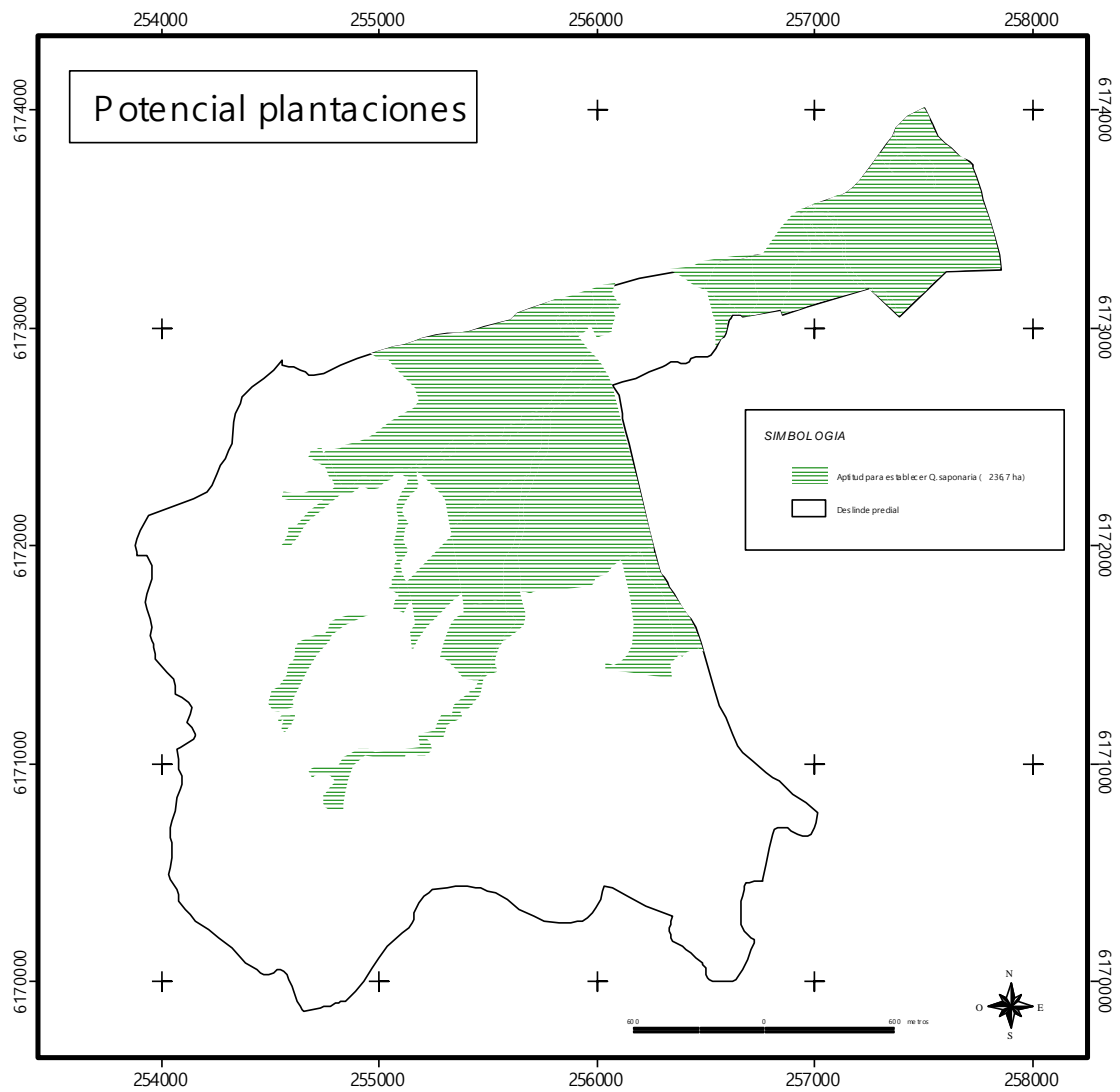


**Figura 48. Carta de Espacios del predio Las Pataguas**

### Potencial de plantaciones de *Q. saponaria*

Para evaluar el potencial para establecer plantaciones en el predio Las Pataguas se consideraron como aptos los sitios planos y ondulados que presentan un suelo profundo. Lo anterior ocurrió en 236 ha del predio aunque en gran parte de ellas existen otros usos que imposibilitan el establecimiento de la plantación (Figura 49).

En el resto del la superficie predial se consideró como no apta dado que el alto grado de erosión de los suelos y las condiciones climáticas dificultan y encarecen el establecimiento de plantaciones, exigiendo manejos de restauración para asegurar el éxito de la plantación.



**Figura 49. Carta del potencial del predio Las Pataguas para el establecimiento de plantaciones de *Q. saponaria***

#### **7.4. Registro de información**

El registro de información de los predios relacionados a la empresa debe ser ordenado, jerárquico y holístico, para describir en forma precisa y acotada los aspectos más relevantes del predio. El propósito es informar sobre la localización administrativa, geográfica y ecorregional, información de contacto y la situación general del predio (historia, objetivos, logros). Además se registran en forma más específicas las existencias de *Q. saponaria* y manejos realizados y prescritos.

El Anexo 4 presenta una ficha de registro de información predial y de existencias de *Q. saponaria*, con información relativa al predio Las Pataguas.

## 8. PROPAGACIÓN NATURAL POR SEMILLA

### 8.1. Antecedentes

El éxito de la propagación por semillas de especies del matorral esclerófito en Chile está determinado tanto por disponibilidad de semillas como por la supervivencia de las plántulas. Experimentos han demostrado que la desecación durante el verano y herbivoría inducida por conejos son fuentes importantes de mortalidad entre los arbustos (Fuentes *et al.* 1984).

En el caso de *Q. saponaria* se ha visto que la disponibilidad de semillas es clave en la propagación natural. En un estudio realizado por Holmgren *et al.* (2000) en la V Región se observó que cuando se colocaron semillas en distintos sitios se obtuvo una alta tasa de emergencia de éstas, las que luego sobrevivieron en mayor proporción en sitios con alta disponibilidad de luz, fuera de la cobertura del bosque, lo cual demuestra también la intolerancia a la sombra de la especie. El mismo estudio encontró un efecto negativo en el crecimiento de las plántulas ante la presencia de herbáceas.

La germinación de semillas, estudiada en condiciones de laboratorio para semillas provenientes de distintas localidades de la VIII Región, ocurre entre los 10 y 30°C logrando la mayor capacidad germinativa entre los 15 y 16°C (Salazar, 1998).

En dos predios se estudiaron casos de propagación natural por semilla de *Q. saponaria*: En el predio Agua Fría Alta (comuna Canela, IV Región) y en Santa Lucía (Viña Los Vascos, Peralillo, VI Región).

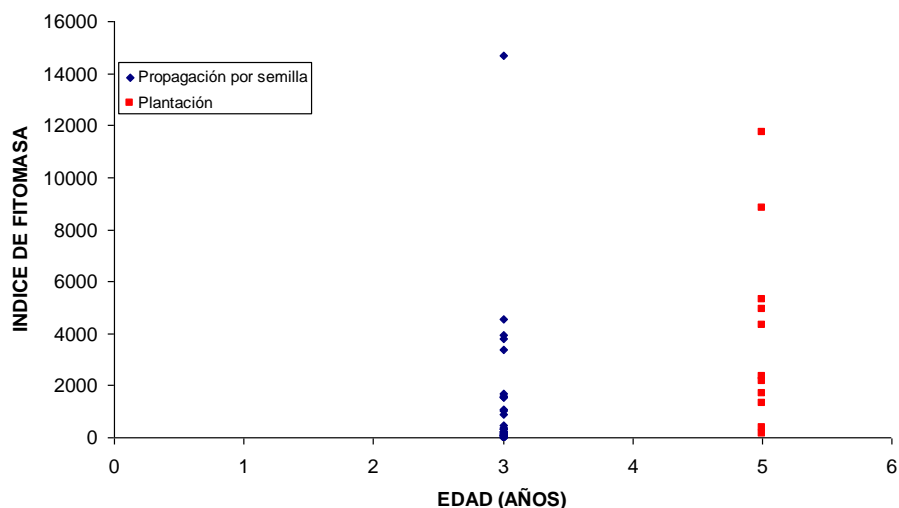
### 8.2. Caso Agua Fría Alta, IV Región

El predio de este caso de estudio se ubica en la Comuna de Canela (IV Región). En esta zona la temperatura media anual alcanza los 16°C y las precipitaciones anuales son de 250mm en promedio. Se estudió una exclusión realizada en el año 2003 de ganado caprino en una ladera de exposición sur. Aproximadamente a 40 metros de distancia de esta exclusión se observaron individuos semilleros (individuos adultos que producen semillas) de *Q. saponaria*. En esta exclusión se midieron los individuos dentro de una parcela de 10x5 metros. Se midió una densidad promedio de 1,9 individuos\*m<sup>-2</sup> (19.000 individuos\*ha<sup>-1</sup>), la altura promedio de la población fue de 40cm y el DAC de 11,98 mm. Se observaron varios individuos ramoneados por liebres y conejos. Fuera de la exclusión no se encontraron individuos propagados por semilla. Dado que el muestreo se realizó en noviembre (año 2006) es probable que las plántulas que emergieron no resistieran la herbivoría del ganado durante los meses de invierno. Lo anterior demuestra que la presión del ganado es el factor que inhibe para la propagación natural de la especie en la zona.

Según la información de una persona local la exclusión no fue regada en ningún momento lo cual demuestra la capacidad de la especie de desarrollarse en ambientes de escasas precipitaciones. Probablemente la especie tuvo una baja presión por competencia (con especies herbáceas) debido a las condiciones climáticas de la zona, lo cual no ocurre en zonas de mayor latitud. Sin embargo, dado los bajos niveles de precipitación, las densidades de individuos adultos de *Q. saponaria* que se observaron en distintas localidades de esas características climáticas son muy bajas (estimadas en no más de 100 individuos\*ha<sup>-1</sup>), siendo ésta mayor en quebradas y menor en laderas debido a la menor disponibilidad del recurso hídrico.

Es interesante que la propagación por semilla presentó un mayor crecimiento similar a los individuos plantados en este predio (Figura 50). La edad de los individuos plantados se mide desde el año en que se estableció la plantación, por lo que los individuos plantados hace cinco años en realidad tienen 7 años ya que se utilizaron plantas de dos años en esta plantación.

De esta forma, es posible afirmar que en la propagación por semillas puede ser más favorable que el establecimiento de una plantación, tanto en términos de costos como de la tasa de crecimiento.



**Figura 50. Crecimiento de individuos de *Q. saponaria* propagados por semilla y plantados en el predio Agua Fría Alta (comuna de Canela, IV Región)**

### 8.3. Caso Santa Lucía (Viña Los Vascos, VI Región)

En este predio se ubica a mayor latitud, donde en promedio las precipitaciones alcanzan los 700mm anuales y la temperatura media anual es de 14,5°C. La propagación natural ocurrió en una zona excluida del ganado por la presencia de un tranque de regadío en ella. Esta población se estableció hace 7 años, dado que en esa fecha el límite del tranque fue removido por lo que el área donde se muestreó quedó con el suelo completamente desnudo. A pocos metros de distancia se observó la presencia de árboles semilleros.

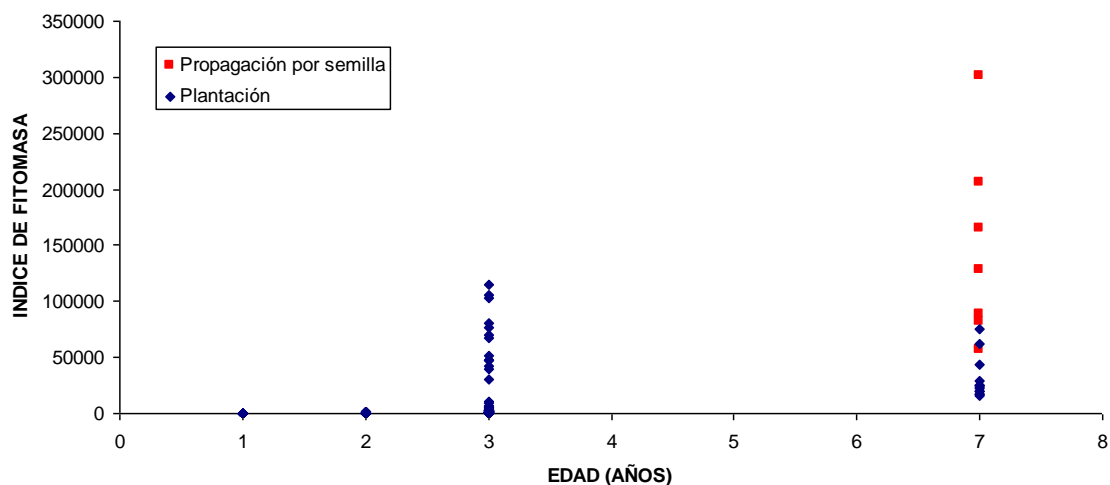
En promedio los individuos presentaron una altura de 4,7 metros, un DAC de 155mm y un DAP de 91,4mm. La densidad de las plantas fue de 1300 individuos\*ha<sup>-1</sup>. El éxito de esta propagación podría explicarse en parte porque la remoción del suelo aumentó la profundidad efectiva de éste en el montículo donde se hicieron las mediciones, lo que favoreció la tasa de crecimiento de la especie.

Estos individuos nunca fueron regados, sin embargo la altura variable del espejo de agua, entre 1 a 2,5 metros de profundidad respecto de los individuos muestreados, podría ser una importante fuente de agua, lo cual favoreció la tasa de crecimiento de la especie. Cabe destacar que esta especie presenta raíces pivotantes que alcanzan los 8 metros de profundidad.

Cabe destacar que la exclusión del ganado del área estudiada puede ser un factor importante que permitió la supervivencia y el crecimiento aéreo de las plantas.

Cuando hace 7 años el suelo fue removido las semillas que el viento dispersó sobre el área estudiada no encontraron una fuerte competencia dado que el suelo estaba desnudo. Esto permitió que las plántulas obtuvieran suficientes nutrientes para desarrollarse con una baja tasa de mortalidad.

Al comparar esta propagación por semilla con plantaciones de *Q. saponaria* en el mismo predio (Figura 50), se observa que plantas de siete años presentan un crecimiento similar o superior a plantas establecidas hace 3 años (se utilizaron plantas de 1 año) y hace 7 años. Las plantaciones establecidas en este predio han sido ocasionalmente regadas, presentan buena protección e incluso han sido fertilizadas, a diferencia de las plantas propagadas en forma natural por semilla.



**Figura 51. Crecimiento de individuos de *Q. saponaria* propagados por semilla y plantados en el predio Santa Lucía (comuna de Peralillo, VI Región)**

## 8.4. Reflexiones

En base a lo anterior y las observaciones realizadas en terreno, es posible plantear que la propagación natural por semillas es una alternativa interesante para establecer poblaciones de *Q. saponaria* dado que los costos son bajos en relación a una plantación y las tasas de crecimiento son iguales o mayores que las de una plantación.

Para el éxito de ésta existen condicionantes que son claves:

**Condiciones climáticas:** se estima que la temperatura media anual no debe ser inferior a los 10°C para que ocurra la germinación. Las precipitaciones deben ser suficientes para que las plántulas sobrevivan el primer año, superior a aprox. 250mm anuales. Probablemente exista una adaptación de las poblaciones a las distintas condiciones climáticas que existen dentro de la distribución de la especie.

**Condiciones de sitio:** para la germinación de la semilla se requiere que el suelo esté mullido para que la semilla pueda penetrar el suelo.

**Existencia de árbol semillero:** para que exista suministro de semillas debe existir un árbol semillero que disemine, según la dirección del viento, el área que se pretende sembrar.

Competencia: la competencia que enfrenta la plántula de *Q. saponaria* inhibe frecuentemente el crecimiento de ésta. En este sentido, es necesario eliminar las hierbas que compiten por agua y nutrientes en los primeros centímetros del suelo.

Protección: la protección del ganado es fundamental para que las plántulas se desarrollen normalmente. Cabe destacar que se ha visto que la incidencia de daño por lagomorfos (conejos) es menor cuando el tallo de la planta está “camuflado” entre la vegetación (siendo visualmente confundible con el entorno) lo que sucede en el caso de la propagación por semillas.

## Propagación natural por semilla



Foto 43. Plántulas de *Q. saponaria* que germinaron en un saco de tierra colocado bajo un árbol semillero en el predio Parcela 24B Ranquihue, Pumanque, VI Región. La fotografía fue tomada el 12 de septiembre 2006. (Fotografía tomada en julio de 2006)



Foto 44. Individuos de *Q. saponaria* propagados en forma natural por semilla en un sitio donde recientemente se cosechó una plantación de pino en el secano costero de la VII Región. (Fotografía tomada en febrero de 2008)



Foto 45. Área donde se cosechó una plantación de pino cerca de Los Ángeles VIII Región. Destaca la presencia y regeneración natural de *Q. saponaria*. (Fotografía tomada en noviembre de 2007)



Foto 46. Área donde se midieron individuos propagados naturalmente por semilla en el predio Santa Lucía de la Viña Los Vascos, Peralillo, VI Región. Se estima que los individuos fueron sembrados en forma espontáneo en 1999. (Fotografía tomada en octubre de 2006)



Foto 47. Población de *Q. saponaria* en el extremo septentrional de su distribución natural cerca de Ovalle, IV Región. (Fotografía tomada en noviembre de 2006)



Foto 48. Población de *Q. saponaria* en el extremo septentrional de su distribución natural cerca de Ovalle, IV Región. (Fotografía tomada en noviembre de 2006)

## 9. PLANIFICACIÓN DE ENSAYOS CRUCIALES

Aunque ya se han identificado las variables relevantes para el éxito de plantaciones de *Q. saponaria* aún existen numerables incógnitas que no han sido abordadas con éxito. A continuación se proponen algunas líneas de investigación a seguir con el propósito de mejorar el conocimiento en este sentido.

### Saponinas

Las saponinas son metabolitos secundarios presentes en una amplia gama de especies del Reino Vegetal, y se conoce que en general dependen de factores genéticos, la edad, el estado fisiológico, y localización geográfica del individuo (Hostettmann y Marston, 1995). Sin embargo, no se registran estudios de ninguna naturaleza para conocer el efecto de estas variables en *Q. saponaria*. Analizando la importancia de las saponinas en la explotación económica de la especie, se considera necesario realizar estudios en esta materia. Hasta la fecha se conoce que todo el árbol presenta saponinas en distintas concentraciones según el tejido y que la concentración varía en las estaciones del año, siendo mayor en verano. De esta forma, es posible plantear las siguientes hipótesis de investigación:

- La composición de saponinas es dependiente de la genética de la especie.
- La concentración de saponinas es dependiente de variables fisiológicas y ambientales.
- En la estructura arbórea, la concentración de saponinas es variable (entre ramas primarias, secundarias y el fuste central).

Por otra parte, es posible prospectar tecnologías para evaluar el contenido de saponinas siendo interesante el caso de la *Near Infrared* (NIR) que entre otros usos permite evaluar la calidad agroquímica basada en el espectro electromagnético del material vegetal en terreno y a un costo relativamente bajo.

### Ecotipos

Como se mencionó en la revisión bibliográfica, no se encontraron estudios biogeográficos de la especie. Considerando su amplia distribución geográfica es interesante conocer pools genéticos más favorables para la producción de saponinas. En este sentido existe una propuesta de ensayo elaborada por Alfaro (1974), cuyos resultados no fue posible conocer (se conversó con el autor y éste tampoco pudo encontrarlos).

### Restauración de suelos

La restauración de suelos degradados es una ardua tarea que ha tomado mayor importancia en los últimos años dado que existen áreas crecientes de terrenos agrícolas que se han perdido por erosión como en la cordillera de la Costa de la zona central de Chile, entre otras. Por otra parte, se han estudiado distintos métodos para restaurar el suelo, siendo importante la utilización de estiércol o biosólidos para ello, ya que en otros países ha demostrado un efecto importante a bajo costo. Si es posible establecer plantaciones en terrenos degradados con aplicación de biosólidos, aunque el contenido de metales pesados que presenta en algunos casos dificulta la aplicación. Sin embargo, ésta podría ser una interesante alternativa si se considera además que la explotación de biomasa para saponinas sería posterior a los tres años de la aplicación de biosólidos pudiendo de esa forma optar a la certificación orgánica. También es posible hacer restauración en suelos con climas de alto potencial en los que los cultivos de cereales se establecen en suelos que han sido deforestados con este objetivo.

## **Podas y manejo para producción de saponinas**

Una vez establecida la plantación de *Q. saponaria* su explotación se realiza en base a podas, raleos y desbrotes. La tala rasa no está permitida ya que atenta contra las razones iniciales por las cuales se estableció la plantación. Sin embargo, es posible que ciertas podas de formación y mantención maximicen la producción de biomasa útil para extraer saponinas. Para resolverlo se requiere realizar ensayos a largo plazo.

## **Dehesas y praderas**

Los ecosistemas del tipo dehesa (sabana arbustiva) presentan interacciones ecológicas (microclimas, reciclaje de nutrientes) tales que favorecen la calidad de la pradera que se desarrolla bajo ellas. Esto ha sido estudiado en países mediterráneos como España y Portugal pero en Chile existe poca evidencia de ello. Se propone desarrollar investigación en esta línea ya que es una temática que potencia la presencia de *Q. saponaria* en el paisaje insertándolo en forma sustentable y a la vez enriquece el territorio rural.

## **Historia e identidad**

*Q. saponaria* es una especie endémica de Chile que se presenta en toda la región mediterránea de este país. Desde el período prehispánico esta especie ha tenido relevancia en la cultura local aunque no se conocen estudios que prospecten el rol de esta especie bajo una perspectiva histórica. Se propone desarrollar esta temática para obtener un texto impreso que le agregue identidad a la especie vinculándola a la cultura local y a la vez potenciar el turismo asociado a ella. Es posible encontrar analogías de este tipo de textos sobre tradiciones silvorrurales en relación a castañares, olivares y encinares en España.

## **Negocio**

Dado que la decisión de cultivar *Q. saponaria* involucra un fuerte componente económico, sería interesante evaluar el negocio a nivel predial en situaciones que involucran una plantación de *Q. saponaria* frente a situaciones en que están ausentes, de modo de comparar el componente de negocio frente a otras opciones, como cultivos forestales, otros cultivos y ganadería.



Foto 49. Sitio especial para plantación de *Q. saponaria* con presencia de agua en la napa subterránea, lo que hace que sea utilizado en cultivos mas rentables en Pumanque, VI Región (junio de 2007)



Foto 50. Sitio especial para plantación de *Q. saponaria* con presencia de agua en la napa subterránea, lo que hace que sea utilizado en cultivos mas rentables en Pumanque, VI Región (junio de 2007)



Foto 51. Sitio en ladera norte Pumanque, VI Región (junio de 2007)

## 10. REFLEXIONES FINALES

El presente estudio sólo se basó en información bibliográfica existente y en observaciones en terreno, dado que las limitantes de tiempo para realizar este estudio no permitieron el establecimiento de ensayos. Esto restringió el presente estudio dado que sólo se pudo analizar ciertos ensayos y plantaciones ya establecidas las que se seleccionaron para ser visitadas en base a variables genéricas. Dada la naturaleza observacional, los datos presentaron una alta variabilidad lo que dificultó la obtención de conclusiones estadísticamente significativas. Queda pendiente aplicar estadística específica para este tipo de estudios para darle mayor validez a los datos. Por otra parte, existe escasa información bibliográfica respecto a ecosistemas artificiales de *Q. saponaria*.

Dadas las observaciones realizadas en terreno, la literatura existente, la analogía con otras especies forestales, y utilizando el Sistema de Clasificación de Ecorregiones, se puede llegar a ciertas hipótesis preliminares en muchos casos abundantemente respaldadas:

- Con manejo es posible y conveniente establecer plantaciones de *Q. saponaria* en lugares de alto potencial productivo con altas probabilidades de éxito ecológico, económico y social. Sin embargo, aún falta encontrar el óptimo.
- *Q. saponaria* es una especie de alto potencial para la región mediterránea de Chile dado que genera una amplia gama de beneficios al agricultor, siendo los más significativos: producción de paisaje, producción de saponinas, producción de miel, generación de habitats y rol de nichos ecológicos para el control biológico de cultivos. Sin embargo, aún es posible prospectar usos novedosos en relación a esta especie (tallados, medicinales, etc.).
- Las condiciones ideales para el desarrollo de plantaciones estarían circunscritas en climas mediterráneos, donde las precipitaciones superen los 500 mm y los suelos sean de llanos a pie de montes profundos de buen drenaje.
- Es necesario establecer la competitividad de plantaciones de *Quillaja saponaria* en relación con especies forestales convencionales, tales como pino y eucaliptos y con otros cultivos frutales.
- El quillay presenta condiciones favorables de complementación con otros usos de suelo, dados por la ganadería, las viñas y cultivos anuales, de manera de desarrollar la multifuncionalidad de los sistemas prediales.
- El riego suplementario en las etapas de establecimiento, que implica un bajo consumo de agua, puede ser fundamental para estimular el prendimiento y crecimiento inicial de la plantación. Así mismo es posible incorporar en el riego las aguas de escorrentías naturales y estacionales.
- Es necesario investigar sobre el valor ecológico de las plantaciones en el reciclaje de desechos orgánicos no contaminantes.
- Dada la alta variabilidad observada en plantaciones, en las que ciertas plantas mostraron tasas de crecimiento significativamente mayores que otras, es posible plantear que la calidad (genética y fenotípica) de la planta es determinante para el éxito de ésta.
- La caracterización predial, utilizando el Sistema de Clasificación de Ecorregiones, permite diseñar la plantación con mayores probabilidades de éxito y facilita la gestión de ésta ya que considera variables geológicas, biológicas, hidrológicas, tecnológicas y de organización del espacio predial.

Cabe destacar que aún existen numerosas incógnitas respecto de temáticas involucradas para el éxito de producción sustentable de saponinas de *Q. saponaria*, las que se nombran en el Capítulo 9 como líneas de investigación a seguir. Es posible establecer analogías con otras especies dependiendo del problema abordado (ej: para dehesas se pueden abordar analogías con olivares en España), sin embargo, *Q. saponaria* es una especie única (endémica) de la región mediterránea de Chile, por lo que sólo es posible estudiarla en Chile lo que explica el desconocimiento de esta especie en diversas temáticas (ecotipos, podas, arquitectura, saponinas, etc.).

Si se considera la estrategia de la empresa Natural Response SA, de asociarse con agricultores para que ellos establezcan las plantaciones, la tasa de crecimiento de la especie no es necesariamente la determinante de éxito, ya que una baja tasa de crecimiento puede ser compensada por una mayor cantidad de plantaciones. De esta forma, es el propietario de la plantación el que es afectado por la tasa de crecimiento. Lo anterior permite establecer plantaciones en áreas de lento (pero probable) crecimiento, siempre que el propietario conozca las desventajas.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, R. 1974. Variación geográfica de *Quillaja saponaria* Mol. en 17 localidades. Proyecto FG-11. INFOR, División Forestal. Santiago, Chile.
- Álvarez, E. A. 2003. Localización de sitios adecuados para el establecimiento de plantaciones de quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) mediante la integración de Sistemas de Información Geográfica y Técnicas de Evaluación Multicriterio. Tesis Ingeniería Forestal. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. 112 pp.
- Ávila, G., Aljaro, M.E., Araya, S., Montenegro, G. y Kummerow, J. 1975. The seasonal cambium activity of Chilean and Californian shrubs. *Amer. J. Bot.* 62 (5): 473-478.
- Benoit, I. 1989. Libro rojo de la flora terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal. Impresora Creces Ltd., Santiago, Chile. 157p.
- Blackburn R., C. 1998. Evaluación del contenido y calidad de saponina obtenida a partir de árboles de quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) en tres localidades ubicadas en las regiones V y Metropolitana. Tesis Ingeniería Forestal, Universidad de Chile.
- Bugg, R. 1992. Habitat manipulation to enhance the effectiveness of aphidophagus hover flies (Diptera: Syrphidae). Sustainable Agriculture UC Davis. Sustainable Agriculture and Education Program. Disponible en: <http://www.sarep.ucdavis.edu/NEWSLTR/v5n2/sa-11.htm> (revisado en enero 2008).
- Cabrera, H. M. 2002. Respuestas ecofisiológicas de plantas en ecosistemas de zonas con clima mediterráneo y ambientes de altamontaña. *Revista Chilena de Historia Natural.* 75: 625-637.
- Costanza R., R. D'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. O'Neil, J. Paruelo, R. Raskin, P. Sutton y M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature Magazine* 387 (1997) 253-260.
- Díaz F. J. 2007. Estructura de los nectarios de *Quillaja saponaria*, dinámica de secreción de néctar y polinizadores asociados: incidencias en la producción de miel. Tesis de Magíster. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Dufour, R. 2000. Farmscaping to enhance biological control. *Pest Management Systems Guide.* ATTRA. Disponible en: [http://attra.ncat.org/new\\_pubs/attra-pub/PDF/farmscaping.pdf?id=Georgia](http://attra.ncat.org/new_pubs/attra-pub/PDF/farmscaping.pdf?id=Georgia) (revisado en enero 2008).
- Estévez, 1994. Caracterización del rebrote en cepas de quillay (*Quillaja saponaria* Mol.), Fundo El Toyo, Región Metropolitana. Tesis Ing. For. Santiago, Chile. U. de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 134p.
- Fuentes, E.R. y J.R. Gutierrez. 1981. Intra- and Interspecific competition between matorral shrubs. *Acta ecológica Oecologia plantarum* 2: 283-289.
- Gallardo, S. y J. Gastó. 1985. Sistema de Clasificación de pastizales. Informe final proyecto CONICYT N°1085-84.
- Gastó, J. 1987. Pastizales españoles de la Región Mediterránea. Descripción, observación y comentarios. Estudio realizado en la Univ. de Córdoba y en la Estación Experimental del Zaidín de Granada. España.
- Gastó, J., Cosio, F. y Panario, D. 1993. Clasificación de Ecorregiones y Determinación de Sitio y Condición. Manual de Aplicación a Municipios y Predios rurales. Ediciones Red de Pastizales Andinos (REEPAN). Quito, Ecuador. 254 p.

- Gastó, J., F. Silva y F. Cosío. 1990. Sistema de Clasificación de pastizales de Sudamérica. Sistemas en Agricultura. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Vol. 9(1) 92pp.
- Giliberto, J. y Estay, H. 1978. Seasonal water stress in some chilean matorral shrubs. *Botanical Gazette*. 139 (2): 236-240.
- Ginocchio, R. y Montenegro, G. 1989. Organización estructural de yemas vegetativas de especies arbustivas dominantes del matorral. *Medio Ambiente* 10 (1): 51-56.
- Herrera, A. 1987. Anatomía de la madera de *Quillaja saponaria* Mol. Análisis en un transecto altitudinal. Tesis Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile. 26 p.
- Hostettmann, K. y A. Marston. 1995. Saponins. Chemistry and pharmacology of natural products. Cambridge University Press. 560p.
- Lawrence, W.T. 1987. Gas exchange characteristics of representative species from the scrub vegetation of central Chile. En: Tenhunen, J.D., Catarino, F.M., Lange, O.L. y Oechel, W.C. (eds). Plan Response to stress. Functional analysis in mediterranean ecosystems. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop held at Sesimbra, Portugal in 1985. pp. 279-304.
- Luna, G., S. Donoso y K. Peña-Rojas. 2007. Evaluación de parámetros fisiológicos y de crecimiento en plantas de *Quillaja saponaria* bajo condiciones de sequía. Publicado on-line en <http://www.iufro.org/uploads/media/t3-luna-gabriela-et-al.doc> (revisado en diciembre 2007),
- Maldonado, F. 1967. Rendimiento en corteza de quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) zona de Valparaíso. Tesis Ingeniería Forestal, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía.
- Martínez, J.A. y Armesto, J.J. 1983. Ecophysiological plasticity and habitat distribution in three evergreen sclerophyllous shrubs of the Chilean matorral. *Acta oecologica: oecologia plantarum* 4 (18): 211-219.
- Miralles, B. 2001. Evaluación de dos tipos de tubos protectores en el establecimiento de *Quillaja saponaria* Mol. En el secano de la sexta región. Proyecto de Título. Pontificia Universidad Católica de Chile. Fac. de Agronomía e Ingeniería Forestal. Dpto. Ciencias Forestales.
- Montalba, R., L. Vera, J. Gastó, L. Vielí. 2008. Historia ecológica y degradación de los recursos naturales en el territorio mapuche chileno. En revisión.
- Montenegro, G. Aljaro, M.E. y J. Kummerow. 1979. Growth Dynamics of Chilean Matorral Shrubs. *Botanical Gazette* 140: 1. pp 114-119.
- Montenegro, G., Peña, R.C. y Timmermann, B.N. 2001. La Corteza del Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.), un recurso de la farmacopea internacional. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 25(96): 421-427.
- Muñoz, P.C. 1971. Chile, Plantas en extinción. Universitaria, Santiago, Chile.
- Reiche, K. 1934. Geografía Botánica de Chile (trad. Looser). Imprenta Universitaria. Santiago, Chile.
- Riedemann, P. y Aldunate, G. 2001. Flora nativa de valor ornamental. Identificación y propagación. Chile zona centro. Editorial Andrés Bello.
- Ros, M., M.T. Hernández y C. García. 2003. Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments. *Soil Biology & Biochemistry* 35(3): 463-469.
- Ros, M., M.T. Hernández y C. García. 2003. Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments. *Soil Biology and Biochemistry* 35:463-469.
- Salazar, C.A. 1998. Caracterización de semillas de *Quillaja saponaria* Mol., de distintas procedencias de la octava Región. Memoria Ingeniería Forestal, Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias forestales. Concepción, Chile.

- Sfeir Mujaes, José Luis. 1990. Evaluación de la fitomasa y metabolitos de interés comercial en Boldo (*Peumus boldus*), Quillay (*Quillaja saponaria*) y Eucaliptus (*Eucalyptus globulus*) en la VII Región. Tesis. Ing. Forestal. Universidad de Chile.
- Silva Cabello, J.L. 2004. Caracterización de plantaciones con especies nativas para fines de protección, en la cuenca periurbana de la ciudad de Illapel, Región de Coquimbo. Tesis Ingeniería Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales.
- Teneb, E., Cavieres, L.A., Parra, M. y A. Marticorena. 2004. Patrones geográficos de distribución de árboles y arbustos en la zona de transición climática mediterráneo-templada de Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 77: 51-71.
- The Guardian. 2007. Air-freight food must pass fair trade test to retain organic label in future. Artículo publicado el 25 de octubre 2007.
- Toral, M y Rosende, R. 1986. Producción y productividad del quillay. RENARRES 3 (8): 19-21.
- Vidal A., M. 1945. Estudio químico y obtención de saponinas del quillay. Tesis Química-Farmacéutica. Universidad de Chile, Facultad de Química y Farmacia.
- Vita, A. 1966. Reforestación por siembra directa con Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) y Peumo (*Cryptocarya alba* (Mol.) Looser). Tesis Fac. Agronomía, U. de Chile. Santiago. 83p.
- Vita, A. 1969. Efecto del origen geográfico de árboles padres de *Quillaja saponaria* Mol.) sobre la calidad de la semilla y en reforestación por siembra directa. Escuela de Ingeniería Forestal, U. de Chile. Bol. Técnico N°21. Stgo. 20p.
- Vita, A. 1974. Algunos antecedentes para la silvicultura del quillay. Boletín Técnico N° 28. Universidad de Chile, Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales. 31p.
- Vita, A. 1990. Ensayo de reforestación con quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) Illapel, IV Región, Chile. Revista de Ciencias Forestales. U. de Chile. 6(1): 37-48.
- Wrann, J. y P. Infante. 1988. Métodos para el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus camaldulensis* y *Quillaja saponaria* en la zona árida de Chile. Ciencia e Investigación Forestal. 2(1):13-25.
- Wrann, J. y P. Infante. 1988. Métodos para el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus camaldulensis* y *Quillaja saponaria* en la zona árido de Chile. Ciencia e Investigación Forestal 2(3): 13-25.

## 12. ANEXOS

## Anexo 1. Listado bibliográfico

Código 1	Código 2	Código 3	Código 4	Autor	Año	Título	Ubicación	Disponibilidad
400QUSA-XXX1950				?	1950	Informe sobre el primer año (almácigos) de algunas especies forestales chilenas en Israel.	Notas Científicas. Agricultura Técnica Chile. 10 (2): 79-82.	SI
508QUSA-XXX				?	?	Monografía Forestal. Quillay: <i>Quillaja saponaria</i> Mol.	Chile Forestal 274: 25	NO
207QUSA-Alf1974				Alfaro, R.	1974	Variación geográfica de <i>Quillaja saponaria</i> Mol. en 17 localidades.	Proyecto FG-11. INFOR, División Forestal. Santiago, Chile.	SI
706QUSA-Alf1973				Alfaro, R. y V. Sierra	1973	Absorción foliar de humedad atmosférica y relaciones hídricas en <i>Cryptocarya alba</i> (Mol.) Looser, <i>Quillaja saponaria</i> Mol., <i>Prosopis chilensis</i> (Mol.) Stuntz y <i>Acacia caven</i> Mol.	Tesis Ing. For. Santiago, Chile. U. de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 70p.	SI
703QUSA-Alv2003				Alvarez Muñoz, E. A.	2003	Localización de sitios adecuados para el establecimiento de plantaciones de quillay ( <i>Quillaja saponaria</i> Mol.) mediante la integración de sistemas de información geográfica y técnicas de evaluación multicriterio.	Tesis Ingeniería Forestal, Universidad de Talca.	SI
217QUSA-And2000				Andrés, P.; San Martín, R. P.	2000	Aspectos ecológicos de la producción de extractos de quillay.	Informe Proyecto Fondef I 2010	SI
204QUSA-And2001				Andrés, P.; San Martín, R. P.	2001	Evaluación económica de plantaciones de quillay para producción de biomasa	Informe Proyecto FONDEF I 2010, Modificación Documento Abril 2001	SI
200QUSA-And2001				Andrés, P.; San Martín, R. P.	2001	Plantaciones de Quillay.	Informe para Natural Response.	SI
518QUSA-Apa2004				Apablaza, J.	2004	Insectos y otros artrópodos en Quillay	Agronomía y Forestal UC 6(22): 12-14.	SI
403VARI-Arm1978				Armesto, J.J. y Martínez, J.A.	1978	Relations between vegetation structure and slope aspect in the mediterranean region of Chile.	Journal of Ecology 66 (3): 881-889.	SI
406QUSA-Avi1975	406KAOB-Avi1975	406CRAL-Avi1975	406LICA-Avi1975	Avila, G.; María E. Aljaro; Sandra Araya; Gloria Montenegro; Jochen Kummerow	1975	The Seasonal Cambium Activity of Chilean and Californian Shrubs	American Journal of Botany, Vol. 62, No. 5. (May - Jun., 1975), pp. 473-478.	SI
210VARI-Bar1978				Barros, S. y Schickhardt, R.	1978	Resultados de premdimiento y desarrollo de 22 especies, en zonas áridas sometidas a diferentes métodos de plantación. Los vilos-IV región.	Informe Técnico N° 70. Instituto Forestal. Santiago, Chile.	SI
208QUSA-Ben2000				Benedetti, S., Delard, C., Roach, F. y M. González	2000	Monografía de Quillay	INFOR-INDAP-FIA. Proyecto "Diversificación de alternativas de producción forestal y agroforestal para pequeños propietarios en el secano". 54p.	SI
706QUSA-Bla1998	714QUSA-Bla1998			Blackburn R., C.	1998	Evaluación del contenido y calidad de saponina obtenida a partir de árboles de quillay ( <i>Quillaja saponaria</i> Mol.) en tres localidades ubicadas en las regiones V y Metropolitana.	Tesis Ingeniería Forestal, Universidad de Chile.	SI
508QUSA-Bos1980				Bosse, R.	1980	El quillay	Chile Agrícola. Año 5, N°46. p.61	SI
210QUSA-Bra2000				Bravo Hernández, R.	2000	Quillay: la importancia de las enmiendas.	Chile Forestal 280: 14-16.	SI
210QUSA-Bra1999				Bravo Hernández, Rubén	1999	Establecimiento de plantaciones de quillay: Respuesta del quillay ante la modificación en la textura y estructura de la casilla de plantación e incorporación de una cubierta de retención de humedad.	Documento Técnico N°3. Programa Manejo y Desarrollo Forestal. Provincia Colchagua.	NO
406VARI-Cab2002				Cabrera, H.	2002	Respuestas ecofisiológicas de plantas en ecosistemas de zonas con clima mediterráneo y ambientes de alta montaña	Rev. chil. hist. nat. [online]. sep. 2002, vol.75, no.3 [citado 27 Junio 2006]. p.625-637. Disponible en la World Wide Web: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-078X2002000300013&ing=es&nrm=iso>. ISSN 0716-078X	SI
614QUSA-Cas1948				Castañeda, F.	1948	Análisis y obtención de extractos concentrados de saponinas, a partir del quillay.	Trabajo presentado al 45 Congreso Sudamericano de Química.	SI
				CONAF	2006	Chile Forestal. Documento Técnico, Viveros Forestales. Temporada 2006	Oficina de Estudios y Planificación Forestal CONAF	SI
200QUSA-ConXXXX				CONAF	?	Antecedentes del proyecto agroindustrial quillay / saponina	Proyecto agroindustrial quillay/saponina	SI
200QUSA-ConXXXX				CONAF	?	Minuta técnica programación de actividades.	Programa de Manejo Forestal. Provincia de Colchagua.	SI
210QUSA-ConXXXX				CONAF	?	Técnicas para el establecimiento de plantaciones de Quillay.	Folleto de Difusión. Departamento de Manejo y Desarrollo Forestal.	SI
200QUSA-ConXXXX				CONAF	?	?	Provincial Santiago. Región Metropolitana.	SI
402QUSA-Cop2003				Copaja, S.V., Blackburn, C. and R. Carmona	2003	Variation of saponin contents in <i>Quillaja saponica</i> Molina	Wood Science and Technology, Issue: Volume 37. Number 2, p. 103-108	SI
210QUSA-Cru2001?				Cruz, G.	2001?	Manejo Forestal y uso industrial del quillay.	FONDEF D97 / 12010. Pontificia Universidad Católica de Chile.	SI
609QUSA-Cru2000				Cruz, G.	2000	Silvicultura del quillay.	En: Seminario - Taller. El quillay nueva alternativa económica: Antecedentes para su comercialización, cultivo y manejo forestal. Manejo Forestal y Uso Industrial del quillay. Proyecto FONDEF D97I-2010. P. Univ. Católica.	NO
210QUSA-CruXXXX				Cruz, G. y L. Duchens		Técnicas para el establecimiento de plantaciones de Quillay	Extracto de XXX	SI
210QUSA-Cru2006				Cruz, G., Arellano, E. y A. Pulido	2000	Innovaciones en el manejo y uso industrial del quillay	Agronomía y Forestal UC 2 (06):21-23	SI
210QUSA-Cru2003				Cruz, G., Bravo, R.	2003	Silvicultura para el uso industrial del Quillay. Descripción y resultados de ensayos.	Marzo. Documento Técnico. Convenio CONAF VI Región-PUC	SI
209QUSA-Cru2004				Cruz, G., Bravo, R. y F. Hidalgo	2004	Silvicultura para el uso industrial del quillay. Silvicultura de bosques naturales	Documento técnico N°5, Seminario Diversificación Forestal. CONAF. Gobierno de Chile.	SI
209QUSA-Cru2004				Cruz, G., Bravo, R. y M. Reyes	2004	Silvicultura para el uso industrial del quillay	Documento técnico N°2, Seminario Diversificación Forestal. CONAF. Gobierno de Chile.	SI

Código 1	Código 2	Código 3	Código 4	Autor	Año	Título	Ubicación	Disponibilidad
210QUSA-Cru2004				Cruz, G., Bravo, R. y M. Reyes	2004	Silvicultura para el uso industrial del quillay. Técnicas de plantación en secano con riego.	Documento técnico N°3, Seminario Diversificación Forestal. CONAF. Gobierno de Chile.	SI
210QUSA-Cru2003				Cruz, G., Bravo, R. y Y. Nuñez.	2003	Silvicultura para el uso industrial del Quillay. Descripción y resultados de ensayos.	Diciembre. Documento Técnico. Convenio CONAF VI Región-PUC	SI
209QUSA-Cru2006	210QUSA-Cru2006			Cruz, G., Bravo, R., Hidalgo, F. y Cabello, G	2006	Informe de Gestión año 2005.	Presentación de resultados y descripción de ensayos. Documento Técnico, Convenio CONAF VI Región-P.U.C	SI
209QUSA-Cru2006	210QUSA-Cru2006			Cruz, G., Bravo, R., Hidalgo, F. y L. Salamanca	2005	Informe de Gestión año 2004. Presentación de resultados y descripción de ensayos.	Documento Técnico. Convenio CONAF VI Región-PUC	SI
702QUSA-Dia2007	718QUSA-Dia2007			Díaz, J.	2007	Estructura de los nectarios de Quillaja saponaria, dinámica de secreción de néctar y polinizadores asociados: incidencias en la producción de miel.	Tesis Magister. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal.	SI
714QUSA-Dob1998	706QUSA-Dob1998			Doberti, A.F.	1998	Caracterización de la corteza de quillay ( <i>Quillaja saponaria</i> Molina) en cuanto a sus saponinas.	Tesis Magister Ciencias de la Ingeniería. Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería.	SI
211QUSA-Duc2000				Duchens, L.	2000	Estrategia para el establecimiento de plantaciones artificiales de <i>Quillaja saponaria</i> (Quillay).	Enviado de NR	SI
717QUSA-Dur2002				Duran Mendez, P	2002	Funciones de biomasa para la especie quillay ( <i>Quillaja saponaria</i> Mol.) en localidades de la VII Región.	Tesis Ing. For. Santiago, Chile. U. de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.	NO
210VARI-Elg1973				Elgueta et al.	1973	Establecimiento de parcelas experimentales de introducción de especies exóticas y autóctonas de interés socio-económico.	Informe de Avance. INFOR, Sección Silvicultura.	SI
211VAR-Elg1976				Elgueta, H., Schickhardt, R., Barros, S., Prado, J.A., Guzmán, V., Navia, P., Bello, A. y Olivares, C.	1976	Resultados preliminares de ensayos de introducción de especies, Provincia de Colchagua.	Informe Técnico N° 54. Instituto Forestal, Departamento de silvicultura.	SI
208QUSA-Esc2000				Escobar, L.	2000	Ficha Forestal. Quillay: <i>Quillaja saponaria</i> Mol.	Chile Forestal 279: 37-38.	SI
710QUSA-Est1994				Estévez, R.	1994	Caracterización del rebrote en cepas de quillay ( <i>Quillaja saponaria</i> Mol.), Fundo El Toyo, Región Metropolitana.	Tesis Ing. For. Santiago, Chile. U. de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 134p.	SI
415QUSA-Fau2001				Faúndez, L., Grez, I., Serra, M.T. y Vita, A.	2001	Criterios de Selección de especies vegetales para la recuperación de cubiertas vegetacionales con fines de rehabilitación o restauración ambiental.	Publicaciones Misceláneas Forestales N° 3: 12-20. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales.	SI
515VARI-Fau2002				Faúndez, L., Grez, I., Serra, M.T. y Vita, A.	2002	Evaluación de especies vegetales para la rehabilitación de espacios degradados	Publicaciones Misceláneas Forestales N° 4: 01-18. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales.	SI
303QUSA-Fie1998	307QUSA-Fie1998			Fierro, P.	1998	Capítulo <i>Quillaja saponaria</i> Mol. "Quillay".	En: Yankovic, B. (ed.). Experiencia silvicultural del bosque nativo de Chile. Recopilación de antecedentes para 57 especies arbóreas y evaluación de prácticas silviculturales. Proyecto Manejo Sustentable Bosque Nativo. GTZ-CONAF. P. 168-173	SI
515VARI-Fra2001				Francke, S.	2001	Experiencias de restauración de cuencas hidrográficas degradadas de Chile. Proyecciones y expectativas.	Publicaciones Misceláneas Forestales N° 3: 57-65. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales.	SI
709QUSA-Fue1999				Fuentevilla, C.D.	1999	Compendio de funciones y tablas para el manejo del bosque nativo chileno.	Extracto de Memoria Ingeniería Forestal. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales. Concepción, Chile.	SI
710QUSA-Gaj1979				Gajardo, M.E. y Verdugo, R	1979	Rendimiento en hojas de Boldo ( <i>Peumus boldus</i> Mol.), corteza de quillay ( <i>Quillaja saponaria</i> Mol.) y carbón de Espino ( <i>Acacia caven</i> Mol.) en la V Región.	Memoria Ingeniero Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Santiago de Chile.	SI
303QUSA-Gal1987				Gallardo, S. y J. Gastó	1987	Estado y planteamiento del cambio de estado del ecosistema de <i>Quillaja saponaria</i> Mol.	Pontificia Universidad Católica de Chile. Fac. de Agronomía. Informe de Investigación. Sistemas en Agricultura. Teoría. Avances. 248 p.	SI
406QUSA-Gil1978				Gilberto, J. y H. Estay	1978	Seasonal Water Stress in Some Chilean Matorral Shrubs	Botanical Gazette, Vol. 139, No. 2. (Jun., 1978), pp. 236-240.	SI
401VARI-Gin1989	406VARI-Gin1989			Ginocchio, R. y Montenegro, G.	1989	Organización estructural de yemas vegetativas de especies arbustivas dominantes del matorral.	Revista Medio Ambiente 10 (1): 51-56	SI
405QUSA-Gol1976				Goldblatt, P.	1976	Cytotaxonomic Studies in the Tribe Quillajaee (Rosaceae)	Annals of the Missouri Botanical Garden, Vol. 63, No. 1. (1976), pp. 200-206.	SI
402XXX-Har2002				Haralampidis, K., Trojanowska, M. y Osbourn, E.	2002	Biosynthesis of triterpenoid saponins in plants	Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology 75: 31-49	SI
701QUSA-Her1987	703QUSA-Her1987			Herrera, A.	1987	Anatomía de la madera de <i>Quillaja saponaria</i> Mol. Análisis es un transecto altitudinal.	Tesis Cs. Biol. Santiago. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Ciencias Biológicas. 26 p.	SI
416QUSA-Hol2000				Holmgren, M., Segura, A.M. & E.R. Fuentes	2000	Limiting mechanisms in the regeneration of the Chilean matorral - Experiments on seedling establishment in burned and cleared mesic sites	Plant Ecology, Volume 147, Issue 1, Mar 2000, Pages 49 - 57, DOI 10.1023/A:1009804726307, URL <a href="http://dx.doi.org/10.1023/A:1009804726307">http://dx.doi.org/10.1023/A:1009804726307</a>	SI
515VARI-lba2001				Ibaceta, L.	2001	Experiencia de CODELCO el Teniente a través del Convenio Ambiental, en la rehabilitación de espacios degradados.	Publicaciones Misceláneas Forestales N° 3: 41-56. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales.	SI
214QUSA-lsr1972				Israel, M.	1972	Estudio del contenido de saponinas en diferentes partes del árbol para mejorar su explotación y comercialización.	Instituto Investigación y Ensayos Farmacológicos (IDIEF). Universidad de Chile, Santiago.	NO
416VARI-Jim1992				Jiménez, H. y J. Armesto	1992	Importance of soil seed bank of disturbed sites in Chilean matorral in early secondary succession	Journal of Vegetation Science 3: 579-586	SI
416QUSA-Jor2004				Jordan, M. y Roveraro, C.	2004	In vitro Culture of <i>Quillaja saponaria</i> Mol. (Soap-bark Tree), Rosaceae	Europ. J. Hort. Sci., 69 (2): 73-78.	SI
708QUSA-Lag1998	716QUSA-Lag1998			Lagos Brevis, Jorge Victoriano.	1998	Antecedentes bibliográficos de quillay ( <i>Quillaja saponaria</i> Mol.) y estudio de un bosque ubicado en la provincia de BioBio.	Tesis Ingeniería Forestal, Universidad de Chile.	SI
606VARI-Law1987				Lawrence, W.T.	1987	Gas exchange characteristics of representative species from the scrub vegetation of central Chile	En: Tenhunen, J.D., Catarino, F.M., Lange, O.L. y Oechel, W.C. (eds). Plan Response to stress. Functional analysis in mediterranean ecosystems. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop held at Sesimbra, Portugal in 1985. pp. 279-304.	SI
406QUSA-Lun2007				Luna, G., S. Donoso y K. Peña-Rojas	2007	Evaluación de parámetros fisiológicos y de crecimiento en plantas de Quillaja saponaria bajo condiciones de sequía.	Publicación on line de IUFRO. Disponible en <a href="http://www.iufro.org/uploads/media/t3-luna-gabriela-et-al.doc">www.iufro.org/uploads/media/t3-luna-gabriela-et-al.doc</a> (revisado en enero 2008)	SI
717QUSA-Mal1967				Maldonado, F.	1967	Rendimiento en corteza de quillay ( <i>Quillaja saponaria</i> Mol.) zona de Valparaíso.	Tesis Ingeniería Forestal, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía.	SI
403QUSA-Mar1983	403LICA-Mar1983	403CRAL-Mar1983		Martínez, J.A. y Armesto, J.J.	1983	Ecophysiological plasticity and habitat distribution in three evergreen sclerophyllous shrubs of the Chilean matorral.	Acta oecologica: oecologia plantarum 4 (18): 211-219.	SI
716QUSA-Men1990				Mena, J.	1990	Propagación Vegetativa en Quillay	Tesis. U de Concepción	SI
710QUSA-Mir2001				Miralles, B.	2001	Evaluación de dos tipos de tubos protectores en el establecimiento de Quillaja saponaria Mol. En el secano de la sexta región.	Proyecto de Título. Pontificia Universidad Católica de Chile. Fac. de Agronomía e Ingeniería Forestal. Dpto. Ciencias Forestales.	SI

Código 1	Código 2	Código 3	Código 4	Autor	Año	Título	Ubicación	Disponibilidad
601VARI-Mon1987	606VARI-Mon1987			Montenegro, G.	1987	Quantification of mediterranean plant phenology and growth.	En: Tenhunen, J.D., Catarino, F.M., Lange, O.L. y Oechel, W.C. (eds). Plan Response to stress. Functional analysis in mediterranean ecosystems. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop held at	SI
406VARI-Mon1979	416VARI-Mon1979			Montenegro, G. Aljaro, M.E. y J. Kummerow	1979	Growth Dynamics of Chilean Matorral Shrubs	Botanical Gazette, Vol. 140, No. 1. (Mar., 1979), pp. 114-119.	SI
101QUSA-Mon1989	106QUSA-Mon1989	101VARI-Mon1989	106VARI-Mon1989	Montenegro, G., Avila, G., Aljaro, M.E., Osorio, R. y Gomez, M.	1989	Chile.	In: Orshan, G. (ed.) Plant Pheno-morphological Studies in Mediterranean Type Ecosystems. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.	NO
401QUSA-Mon2001	402QUSA-Mon2001			Montenegro, G., Peña, R.C. y Timmermann, B.N.	2001	La Corteza del Quillay (Quillaja saponaria Mol.), un recurso de la farmacopea internacional.	Rev. Acad. Colomb. Cienc. 25(96): 421-427.	SI
603VARI-Mon1987	606VARI-Mon1987			Mooney, H.A.	1987	The impact of environmental stress on plant performance in mediterranean-climate ecosystems: Differing level of analysis.	En: Tenhunen, J.D., Catarino, F.M., Lange, O.L. y Oechel, W.C. (eds). Plan Response to stress. Functional analysis in mediterranean ecosystems. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop held at Sesimbra, Portugal in 1985. pp. 642-657.	SI
405VARI-Mon2003				Morgan, D., Sottis, D. y Robertson, K.	1994	Systematic and evolutionary implications of <i>rbcL</i> sequence variation in Rosaceae	American Journal of Botany 81 (7): 890-903.	SI
211QUSA-Nat1999				Natural Response S.A.	1999	Visita a plantaciones de quillay y bosque nativo.	Documento Técnico.	SI
210QUSA-Nat2000a				Natural Response S.A.	2000	Manejo forestal y uso industrial del quillay. Ensayo de Riego.	FONDEF I-2010. Pontificia Universidad Católica de Chile.	SI
210QUSA-Nat2000b				Natural Response S.A.	2000	Manejo forestal y uso industrial de quillay. Ensayo de Establecimiento.	FONDEF I-2010. Pontificia Universidad Católica de Chile.	SI
217QUSA-Nat2000c				Natural Response S.A.	2000	Informe Predio Los Cheuques. (Borrador Final)	Enviado de NR	SI
211QUSA-Nat2002				Natural Response S.A.	2002	Aspectos Ecológicos	Documento Técnico.	SI
211QUSA-Nat2005				Natural Response S.A.	2005	Plan operativo primer período de ordenación. Período 2005 al 2009.	Informe.	SI
217QUSA-Nat2006				Natural Response S.A.	2006	Muestreo del área explotable dentro de un rodal.	Informe.	SI
210QUSA-Nav2002				Navarro, G. y M. Leiva	2002	Manejo de bosque nativo de quillay en monte bajo, provincia de Colchagua, VI Región (preliminar)	Informe preliminar. CONAF, VI Región, Provincia Colchagua	SI
209QUSA-Nav2003				Navarro, G. y M. Leiva	2003	Manejo silvícola monte bajo de Quillay. Primera Intervención.	Informe. CONAF. Colchagua VI Región.	SI
210QUSA-Nav2004				Navarro, G., Bravo, R. y M. Reyes	2004	Establecimiento y crecimiento inicial de plantaciones de quillay.	Documento técnico N° 1, Seminario Diversificación Forestal. CONAF. Gobierno de Chile.	SI
209QUSA-Nav2004				Navarro, G., Bravo, R. y M. Reyes	2004	Manejo silvícola en monte bajo de quillay. Provincia DE Colchagua VI Región.	Documento técnico N° 4, Seminario Diversificación Forestal. CONAF. Gobierno de Chile.	SI
6130000-Nav1987				Naveh, Z.	1987	Landscape ecology, management and conservation of European and Levant Mediterranean uplands.	En: Tenhunen, J.D., Catarino, F.M., Lange, O.L. y Oechel, W.C. (eds). Plan Response to stress. Functional analysis in mediterranean ecosystems. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop held at	SI
706QUSA-Not1976				Noton Ramirez, C.	1976	Deficit hídrico en plantulas de quillay (Quillaja saponaria Mol.)	Tesis Ingeniería forestal, Universidad de Chile.	SI
417QUSA-Nov1993				Novoa Q.	1993	Estimación del peso de corteza extraíble por hectárea en bosques de quillay mediante el uso de fotografías aéreas	Revista Geográfica de Chile Terra Australis, 37: 7-14.	SI
716QUSA-Nuñ2006				Núñez, Yolanda A.	2006	Crecimiento en un bosque raleado de Quillaja saponaria Mol., en la VI Región	Memoria de Título Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales.	SI
2170000-Ote2005				O-Terra (Oficinas de Servicios Forestales, Universidad Mayor)	2005	Propuesta de ordenación Forestal para proveedores de Natural Response S.A. Predio el Almendro.	Informe	SI
203QUSA-Per1984				Peralta, M., Ibarra, M., Coda, R., Oyanedal, E. Sáez, C.	1984	Caracterización de la materia orgánica de los suelos de bosque nativo. I.- Suelos de las asociaciones de Quillay (Quillaja saponaria) en la V Región.		SI
417QUSA-Pra1987				Prado D.,J.A.; Aguirre A.,S.	1987	Funciones para la estimación de la biomasa total y componentes del quillay (Quillaja saponaria Mol.)	Ciencia e Investigación Forestal 1 (1): 041-047	SI
417QUSA-Pra1986				Prado J.A., Peters, R. y Aguirre, S.	1986	Biomass equations for quillay (Quillaja saponaria Mol.) in the semi-arid region of Central Chile.	Forest Ecology and Management 16(1-4): 41-47.	SI
210QUSA-Pra1979				Prado, J.	1979	Respuesta del quillay (Quillaja saponaria Mol.) a variaciones en el método de plantación	Informe Técnico N° 66. Instituto Forestal. Santiago, Chile.	SI
516QUSA-Pra1978				Prado, J.	1978	Predimiento y desarrollo en altura del quillay (Quillaja saponaria Mol.)	Documento Técnico N° 65. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 16p.	NO
410QUSA-Pra1983				Prado, J.A., Barros, S., Rojas, P. y Barros, D.	1983	Análisis del desarrollo del quillay Quillaja saponaria Mol. en la zona árida y semiárida.	Terra Aridae. 2 (2): 438-454.	SI
416QUSA-Pre2003				Prehn, D., Serrano, C., Berrios, C.G. y Arce-Johnson, P.	2003	Micropropagación de Quillaja saponaria Mol. a partir de semillas	Bosque (Valdivia). 24(2): 2-12	SI
717QUSA-Pul2000				Pulido, A.	2000	Funciones de biomasa para individuos de regeneración vegetativa de la especie Quillaja saponaria Mol.	Proyecto de Título, Pontificia Universidad Católica de Chile. Fac. de Agronomía e Ingeniería Forestal. Dpto. Ciencias Forestales. Concepción, Chile.	SI
716QUSA-Sal1998	707QUSASal1998			Salazar, C.A.	1998	Caracterización de semillas de Quillaja saponaria Mol., de distintas procedencias de la octava Región.	Memoria Ingeniería Forestal, Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias forestales. Concepción, Chile.	SI
209QUSA-San2000				San Martín, R. P.	2000	Manejo forestal y uso industrial del quillay. Ensayo manejo bosque nativo.	Informe día de campo. Proyecto FONDEF N° 2010 "Manejo Forestal y Uso Industrial del Quillay"	SI
604QUSA-San2000	609QUSA-San2000	616QUSA-San2000		San Martín, R. P. y Cruz, G.	2000	El quillay, nueva alternativa económica: antecedentes para su comercialización, cultivo y manejo forestal.	Seminario-Taller. Proyecto FONDEF N° 2010 "Manejo Forestal y Uso Industrial del Quillay"	SI
511VARI-SanXXXX				Sanhueza S., A.		Estudio "Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación Forestal": Nuevas opciones productivas.	Chile Forestal 27: 12-17.	SI
416QUSA-San1997	416PEBO-San1997			Santelices, R. y Bobadilla, C	1997	Arraigamiento de estacas de Quillaja saponaria Mol. y Peumus boldus Mol.	Bosque 18(2): 77-85	SI
210QUSA-Sch1976				Schickhardt, R. y Prado, J.A.	1976	Respuesta del quillay (Quillaja saponaria Mol.) a variaciones en el método de plantación.	Método de Plantación e Introducción de Especies. Región Árida y Semiárida de Chile.	SI
209QUSA-Ser1993				Serra, H.T., Grez, I., Gajardo, R. y R. Estevez	1993	Caracterización del rebrote en cepas de quillay (Quillaja saponaria Mol.) a un año de su explotación. Evaluación de la fitomasa y metabolitos de interés comercial en Boldo (Peumus boldus), Quillay (Quillaja saponaria) y Eucaliptus (Eucalyptus globulus) en la VII Región.	Informe breve. Avances en silvicultura, U. de Chile.	SI
706QUSA-Sfe1990				Sfeir, J.L.	1990		Tesis. Ing. Forestal, Universidad de Chile	SI

Código 1	Código 2	Código 3	Código 4	Autor	Año	Título	Ubicación	Disponibilidad
710VARI-Sil2004	711VARI-Sil2004			Silva Cabello, J. L.	2004	Caracterización de plantaciones con especies nativas para fines de protección, en la cuenca periurbana de la ciudad de Illapel, Región de Coquimbo.	Tesis Ingeniería forestal, Universidad de Chile.	SI
418QUSA-Sim1990				Simonetti, J. y Grez, A.	1990	Attack of wood-borer insects to <i>Quillaja saponaria</i> (Rosaceae): a human-modulated relationship?	Revista Chilena de Historia Natural 63: 69-71.	SI
207-QUSASmi1976				Smith, N.V., Noton, C.R. y Norambuena, M.A.	1976	Estudio comparativo de algunas características de la semilla de quillay ( <i>Quillaja saponaria</i> Mol.) recolectada en 17 localidades en Chile.	Primer informe de avance del estudio de variación del quillay. INFOR, Departamento Genética y Mejoramiento. Chile.	SI
3060000-Tal2002				Taiz, L. y Zeiger, E.	2002	Plant Physiology	3ª edición, USA	SI
208QUSA-Tak1998				Takayashiki	1998	Monografías de especies para la forestación en la zona semiárida de Chile.	Proyecto cuencas CONAF-JICA "Control de erosión y forestación en cuencas hidrográficas de la zona semiárida de Chile".	SI
709VARI-Tap2005				Tapia Castro, D.	2005	Propuesta de intervenciones silviculturales con fines de rehabilitación en la quebrada de la Plata, Región Metropolitana.	Memoria Ingeniería Forestal, Universidad de Chile.	SI
407VARI-Ten2004				Teneb, E., Cavieres, L.A., Parra, M. y A. Marticorena	2004	Patrones geográficos de distribución de árboles y arbustos en la zona de transición climática mediterráneo-templada de Chile.	Revista Chilena de Historia Natural. 77: 51-71.	SI
-				Toral M.	1983	Estudio de la estructura, crecimiento y rendimiento en quillay.	Informe Técnico Final. Proyecto A1180-8333. DTI. Universidad de Chile. 76p. Y apéndices	NO
508QUSA-Tor1986				Toral M. y Rosende, R.	1986	Producción y productividad del quillay	Colegio de Ingenieros Forestales A.G., RENARRES vol.03, n.08, pp. 19-21, INFOR, Biblioteca Santiago	SI
-				Torres,	2001		INFOR	NO
213VARI-Val1997				Valdebenito, G., Benedetti, S., Andrade, F. y Salinas, A.	1997	Sistemas Agroforestales: Análisis y diseño de propuestas orientadas al secano de las comunas de Navidad y La Estrella.	Programa PRODECOP-Secano.	SI
714QUSA-Vid1945				Vidal A., M.	1945	Estudio químico y obtención de saponinas del quillay.	Tesis Química-Farmacéutica. Universidad de Chile, Facultad de Química y Farmacia.	SI
716QUSA-Vie1999	707QUSA-Vie1999			Viel Lavanderos, D.	1999	Caracterización de plantas de Quillaja saponaria Mol. provenientes de semillas de distintas procedencias de la octava región.	Tesis Ingeniería Forestal. Universidad de Concepción.	SI
710QUSA-Vit1966	716QUSA-Vit1966			Vita, A.	1966	Reforestación por siembra directa con Quillay ( <i>Quillaja saponaria</i> Mol.) y Peumo ( <i>Cryptocarya alba</i> (Mol.) Looser).	Tesis Fac. Agronomía, U. de Chile. Santiago. 83p.	SI
607QUSA-Vit1969				Vita, A.	1969	Efecto del origen geográfico de árboles padres de <i>Quillaja saponaria</i> Mol. sobre la calidad de la semilla y en reforestación por siembra directa.	Escuela de Ingeniería Forestal, U. de Chile. Bol. Técnico N°21. Stgo. 20p.	SI
208QUSA-Vit1974				Vita, A.	1974	Algunos antecedentes para la silvicultura del quillay.	Boletín Técnico N° 28. Universidad de Chile, Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales. 31p.	SI
211QUSA-Vit1977	211VARI-Vit1977			Vita, A.	1977	Introducción de especies forestales en la zona costera de la Región de Coquimbo.	Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Dpto. de Silvicultura.	SI
410QUSA-Vit1990				Vita, A.	1990	Ensayo de reforestación con quillay ( <i>Quillaja saponaria</i> Mol.) Illapel, IV Región, Chile.	Revista de Ciencias Forestales. U. de Chile. 6(1): 37-48.	SI
216QUSA-Vit1986				Vita, A. y Hernández, R.	1986	Regeneración de quillay en Comunidad Agrícola de Cuz-Cuz (Comuna de Illapel).	Informe Segunda Temporada. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Univ. De Chile-CONAF. 31p.	SI
616QUSA-Wra1985	616616PEBO-Wra1985	616ACCA-Wra1985		Wrann, J.	1985	Metodología para el análisis de la regeneración natural en formaciones arbóreas nativas de la zona semiárida de Chile.	En: Webb, D., coord.; Barros, A., coord. Forestación en zona áridas y semiáridas. Actas 2° Encuentro Regional CIID, América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 13-17. May.1985. Santiago Chile, INFOR. 189-221.	SI
410QUSA-Wra1988	410EUCA-Wra1988			Wrann, J. y P. Infante.	1988	Métodos para el establecimiento de plantaciones de Eucalyptus camaldulensis y Quillaja saponaria en la zona árida de Chile.	Ciencia e Investigación Forestal. 2(1):13-25	SI
406QUSA-Yat1985	406LICA-Yat1985			Yates, L.	1985	Dinámica del nitrógeno en arbustos del matorral precordillerano de la zona semiárida de Chile.	Medio Ambiente 7 (2): 73-84.	SI

## Anexo 2 Ficha y formulario utilizados para registrar las mediciones realizadas en plantaciones de Quillaja saponaria

### FICHA MUESTREOS QUILLAY

Predio: \_\_\_\_\_ Actividad ppal del propietario \_\_\_\_\_ Propósito de plantación \_\_\_\_\_

FECHA		
REGIÓN		
COMUNA		
PREDIO		
CÓDIGO PARCELA (PRIMERAS SEIS LETRAS NOMBRE, N° MUESTREO)		
EVALUADOR		
ALTITUD (msnm)		
COORDENADAS GEOGRAFICAS		
Valor promedio (%)		
T		
GEOF		
PSFI		
TXPR		
HIDR		
E		
I		
DENSIDAD (PL/HA)		
MANEJO	FERT (1=SI, 2=NO)	
	RIEGO	
	RIEGO (LT/PLANTA/MES)	
	PODAS	
	PROT	
	CUID	
	COND	
	TEND	
ESTABLECIMIENTO	PREP	
	HERB	
	ENMI (1=SI, 2=NO)	
	TIPO PLANTA (N° años en vivero)	
	TAMAÑO MACETA (cc)	
	MULCH	
	FERT (1=SI, 2=NO)	
	PROT IND (1=SI, 2=NO)	

N° planta	IND. ARQ.	DAP (mm.)	DAC (mm)	Altura (m)		
				L. arriba	L. abajo	Altura
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						

Comentarios:

## CÓDIGOS MUESTREOS QUILLAY

<p><b>PENDIENTE (T)</b></p> <p>1) Depresión &lt; 0,6%</p> <p>2) Plano suave 0,05 &lt; 4,5%</p> <p>3) Plano inclinado 4,5 &lt; 10,5%</p> <p>4) Ondulado suave 10,5 &lt; 17,5%</p> <p>5) Ondulado inclinado 17,5 &lt; 34,5%</p> <p>6) Cerro suave 34,5 &lt; 47,5%</p> <p>7) Cerro inclinado 47,5 &lt; 66,5%</p> <p>8) Montano suave 66,5 &lt; 95,5%</p> <p>9) Montano inclinado &gt; 95,5%</p> <p>0) No determinado</p> <p><b>GEOFORMA (GEOF)</b></p> <p>1) Plano</p> <p>2) Convexo</p> <p>3) Cóncavo</p> <p><b>POSICIÓN FISIAGRÁFICA</b></p> <p>1) Depositacional</p> <p>2) Pie de Monte</p> <p>3) Ladera</p> <p>4) Cumbre</p> <p><b>TEXTURA PROFUNDIDAD (TXPR)</b></p> <p>1) Liviana delgado</p> <p>2) Media delgado</p> <p>3) Pesada delgado</p> <p>4) Liviana mediano</p> <p>5) Media Mediano</p> <p>6) Pesada mediano</p> <p>7) Liviana profundo</p> <p>8) Media Profundo</p> <p>9) Pesada profundo</p> <p>0) No Determinado</p> <p><b>HIDROMORFISMO (HIDR)</b></p> <p>1) Hidromórfico permanente superficial</p> <p>2) Hidromórfico permanente medio</p> <p>3) Hidromórfico permanente profundo</p> <p>4) Hidromórfico estacional superficial</p> <p>5) Hidromórfico estacional medio</p> <p>6) Hidromórfico estacional profundo</p> <p>7) Drenaje lento</p> <p>8) Drenaje moderado</p> <p>9) Drenaje rápido</p> <p>0) No determinado</p> <p><b>EXPOSICION (E)</b></p> <p>1) Solana</p> <p>2) Levante</p> <p>3) Umbría</p> <p>4) Poniente</p> <p>5) Sotavento</p> <p>6) Barlovento</p> <p>7) Sin exposición</p> <p>0) No determinado</p> <p><b>MATERIA ORGANICA (M)</b></p> <p>1) 0 &lt; 1%</p> <p>2) 1 &lt; 2%</p> <p>3) 2 &lt; 5%</p> <p>4) 5 &lt; 10%</p> <p>5) 10 &lt; 25 %</p>	<p>6) 25 % y menor de 5 cm de espesor</p> <p>7) 25 % y entre 5 y 30 cm de espesor</p> <p>8) 25 % más de 30 % de espesor</p> <p>0) No determinado</p> <p><b>INUNDACIONES (I)</b></p> <p>1) Nunca inundado</p> <p>2) Inundado ocasionalmente con aguas tranquilas</p> <p>3) Inundado ocasionalmente con aguas torrenciosas</p> <p>4) Inundado frecuentemente, &gt; 15 % años, con aguas torrenciosas</p> <p>5) Inundado usualmente, &gt; 40 % años, con aguas torrenciosas</p> <p>6) Inundado usualmente, aguas detenidas profundas</p> <p>0) No determinado</p> <p><b>MANEJO</b></p> <p><b>FERTILIZACIÓN</b></p> <p>1) Nunca (NADA)</p> <p>2) Anualmente (POCO)</p> <p>3) Mensualmente (MUCHO)</p> <p><b>RIEGO</b></p> <p>1) Sin riego</p> <p>2) Sólo ocasional para evitar sequía</p> <p>3) Frecuencia semanal</p> <p>4) Frecuencia mensual</p> <p><b>PROTECCIÓN (PROT)</b></p> <p>1) Sin protección, ataque intenso</p> <p>2) Escasa protección, ataque fuerte</p> <p>3) Protección media, ataque medio</p> <p>4) Protección buena, ataque leve</p> <p>5) Protección excelente, sin ataque</p> <p>6) Protección levemente excesiva, daño leve debido a protección</p> <p>7) Protección medianamente excesiva, daño medio</p> <p>8) Protección fuertemente excesiva, daño fuerte</p> <p>0) No determinado</p> <p><b>CUIDADOS (CUID)</b></p> <p>1) Muy pobre</p> <p>2) Pobre</p> <p>3) Regular</p> <p>4) Bueno</p> <p>5) Excelente</p> <p>6) Levemente excesivo</p> <p>7) Medianamente excesivo</p> <p>8) Fuertemente excesivo</p> <p>0) No determinado</p>	<p><b>CONDICIÓN (COND)</b></p> <p>1) Excelente 80 a 100 %</p> <p>2) Buena 60 a 80 %</p> <p>3) Regular 40 a 60 %</p> <p>4) Pobre 20 a 40 %</p> <p>5) Muy pobre 0 a 20 %</p> <p>0) No determinada</p> <p><b>TENDENCIA (TEND)</b></p> <p>1) Deteriorante</p> <p>2) Estable</p> <p>3) Mejorante</p> <p>0) No determinado</p> <p><b>PODA</b></p> <p>1) Sin poda</p> <p>2) Poda media</p> <p>3) Poda intensa</p> <p><b>ESTABLECIMIENTO</b></p> <p><b>PREPARACION SUELO</b></p> <p>1) Surco ?30CM</p> <p>2) Surco &gt;30 CM</p> <p>3) Casilla ? 0,5x0,5M</p> <p>4) Casilla &gt; 0,5x0,5M</p> <p><b>HERBICIDAS</b></p> <p>1) Se aplicó antes de plantar</p> <p>2) Control de malezas post-plantación</p> <p>3) No se controlaron las malezas</p> <p>4) Se aplicó herbicida antes y después de plantar.</p> <p><b>MULCH</b></p> <p>1) Mulch natural (ramas, etc.)</p> <p>2) Mulch plástico</p> <p>3) Sin mulch</p> <p><b>MEDICIONES</b></p> <p><b>IND. ARQUITECTRA</b></p> <p>1) Dominancia apical: poca ramificación y diámetro de copa pequeña</p> <p>2) Dominancia media: media ramificación y diámetro de copa mediana.</p> <p>3) Dominancia basal: alta ramificación y diámetro de copa grande</p>
---	--	--

## Anexo 3 Registro de mediciones en terreno

### a) Tabla de predios donde se midieron plantaciones de Quillaja saponaria

FECHA	REGIÓN	COMUNA	PREDIO	PROPOSITO DE LA PLANTACIÓN (distinto a producción de saponinas)	ACTIVIDAD PRINCIPAL DEL DUEÑO	MUESTREOS (CÓDIGOS)
16-11-2006	IV	Canela	Agua Fría Alta	RESTAURACIÓN	COMUNIDAD DE CAMPESINOS	AGUAFR1-AGUAFR3
16-11-2006	IV	Illapel	Reserva Nacional Las Chinchillas	PAISAJE	CONAF	LASCHI1-LASCHI4
17-11-2006	IV	Illapel	Cerro Pajaritos	PROTECCIÓN LADERAS	COMUNIDAD DE CAMPESINOS	CERROP1
17-11-2006	IV	Combarbalá	Comunidad Agrícola Jiménez y Tapia	ENSAYOS	COMUNIDAD DE CAMPESINOS	COMUNI1
17-11-2006	IV	Montepatria	Muñosana	PROTECCIÓN LADERAS	COMUNIDAD DE CAMPESINOS	MUNOSA1
02-11-2006	RM	San Pedro	Los Alamos	PRODUCCIÓN DE MIEL	APICULTOR	LOSALA1-LOSALA4
23-08-2006	V	Casablanca	Santa Luisa del Tránsito	PAISAJE	EMPRESARIO	SANTAL1-SANTAL14
31-08-2006	V	Casablanca	San Manuel de Canelillo	NO DEFINIDO	EMPRESARIO	SANMAN1-SANMAN3
06-09-2006	V	San Antonio	Los Cheuques	PAISAJE	EMPRESARIO	LOSCHI1-LOSCHI6
11-09-2006	VI	Lolol	Lote C-38 y C-39 Ex.Hda. Lolol	POR SUBSIDIO	NO DEFINIDO	LOTEC1-LOTEC4
12-09-2006	VI	Pumanque	El Tranque de Nilahue	PAISAJE	VIÑAS	ELTRAN1-ELTRAN3
13-09-2006, 6-10-2006	VI	Peralillo	Santa Lucía	PAISAJE	VIÑAS	STALUC1-STALUC13
14-09-2006	VI	La Estrella	El Rodeo	COMPENSACIÓN	CAMPESINO	ELRODE1-ELRODE8
15-09-2006	VI	Marchigüe	Carrizal	NO DEFINIDO	EMPRESA FORESTAL	CARRIZ1-CARRIZ6
12-09-2006	VI	Pumanque	Parc. 24-B Ranquihue	ENSAYOS FONDEF	SRA DE FUNCIONARIO CONAF	PARC241-PARC244
02-11-2006	VI	Las Cabras	El Manzano	PAISAJE	EMPRESARIO	ELMANZ1
07-11-2006	VI	Litueche	La Hijuela	COMPENSACIÓN	VIVE EN EL PUEBLO, NO TRABAJA SU PREDIO	HIJUEL1-HIJUEL5
07-11-2006	VI	Litueche	El Espinillo	COMPENSACIÓN	NO DEFINIDO	ESPINI1-ESPINI3
08-11-2006	VI	Paredones	La Loma de la Ruda	COMPENSACIÓN	CAMPESINO	EPICTE1-EPICTE3
08-11-2006	VI	Paredones	Predio Sin Nombre	COMPENSACIÓN	APICULTOR	CELINT1, CELINT2
09-11-2006	VI	Lolol	Lote 6 Ranguii	ENSAYOS	NO DEFINIDO	RANGUI1
08-11-2006	VI	Pumanque	La Viñita	PRODUCCIÓN DE MIEL	APICULTORA	VINITA1, VINITA2
08-11-2006	VI	Pumanque	Lote 5 Colhue	ENSAYOS	NO DEFINIDO	LOTE5C1
09-11-2006	VI	Chimbarongo	Los rulos de Pidihuinco Alto	PRODUCCIÓN DE MIEL	NO DEFINIDO	LOSRUL1
21-11-2006	VIII	Santa Clara	?	COMPENSACIÓN	EMPRESA FORESTAL	STACLA1
21-11-2006	VIII	Cabrero	Reserva Fundo El Manzano	DIVERSIFICACION FORESTAL	EMPRESARIO	REELMA1
03-11-2006	V	Valparaíso	Reserva Nacional Lago Peñuelas	ENSAYO	CONAF	RENALP1

b) Tabla de los muestreos registrados y sus características. A cada muestreo se le asignó un código único para identificarlo (primera columna)

CÓDIGO PARCELA (PRIMERAS TRES LETRAS NOMBRE, N° MUESTREO)	PROVINCIA ECOLÓGICA	TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL (°C)	PRECIPITACIONES ANUALES (mm)	PENDIENTE (%)	CATEGORÍA PENDIENTE	TIPO DE SUELO	GEOFORMA	POSICIÓN FISIOGRAFICA	TEXTURA-PROFUNDIDAD	HIDROMORFISMO	EXPOSICIÓN	INUNDACIONES
	LOCALIZACIÓN ECORREGIONAL			DISTRITO		SITIO (SER)						
SANTAL1	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	800		4	GRANITICOS DEPOSITACIONALES	2			8	1	1
SANTAL2	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	800		4	GRANITICOS DEPOSITACIONALES	3		2	8	1	1
SANTAL3	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	800		2	GRANITICOS DEPOSITACIONALES	1		2	7	1	1
SANTAL4	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	800		4	GRANITICOS DEPOSITACIONALES	3	3	1	8	1	1
SANTAL5	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	800		2	GRANITICOS DEPOSITACIONALES		1	3	7	7	1
SANTAL6	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	800		3	GRANITICOS DEPOSITACIONALES			3	7	1	1
SANTAL7	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	800			GRANITICOS DEPOSITACIONALES	1	1	7	9	7	1
SANTAL8	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	800		3	GRANITICOS DEPOSITACIONALES	2		3	7	1	1
SANTAL9	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	800		3	GRANITICOS DEPOSITACIONALES	3	1	2	5	1	1
SANTAL10	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	800		6	GRANITICOS DEPOSITACIONALES		3	1	9	4	1
SANTAL11	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	800			GRANITICOS DEPOSITACIONALES	2	3	8	8	1	1
SANTAL12	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	800		3	GRANITICOS DEPOSITACIONALES	3		6	7	1	1
SANTAL13	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	800			GRANITICOS DEPOSITACIONALES	3	3	2	9	3	1
SANTAL14	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	800			GRANITICOS DEPOSITACIONALES	1	1	7	7	7	2
SANMAN1	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	800		4	GRANITICOS DEPOSITACIONALES		3	8	8	3	1
SANMAN2	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	800		5	GRANITICOS DEPOSITACIONALES	2	4	3	8	4	1
SANMAN3	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	800		5	GRANITICOS DEPOSITACIONALES			3	8	1	1
LOSCH1	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700		5	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS		3	3	9	2	1
LOSCH2	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700		2	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS	1	1	5	7	7	1
LOSCH3	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	30	5	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS	2	4	3	9	2	1
LOSCH4	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700		2	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS	1	1	5	2	7	3
LOSCH5	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700		6	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS		3	3	9	3	1
LOSCH6	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700		5	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS		3	2	7	1	1
LOTEC1	SECOESTIVAL MEDIA	14.5	800		2	ROCA METAMORFICA			3	7	7	1
LOTEC2	SECOESTIVAL MEDIA	14.5	800		5	ROCA METAMORFICA			6	8	4	1
LOTEC3	SECOESTIVAL MEDIA	14.5	800		5	ROCA METAMORFICA			3	7	2	1
LOTEC4	SECOESTIVAL MEDIA	14.5	800		5	ROCA METAMORFICA			3	9	1	1
ELTRAN1	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700		3	GRANITICOS DEPOSITACIONALES			9	4	1	2
ELTRAN2	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700		2	GRANITICOS DEPOSITACIONALES	2		8	8	1	1
ELTRAN3	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700		2	GRANITICOS DEPOSITACIONALES			6	7	7	1
STALUC1	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	14	4	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS	2	3	6	7	2	1
STALUC2	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700		5	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS		3	9	7	1	1
STALUC3	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700		5	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS		3	6	7	3	1
STALUC4	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	12	4	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS	3	3	3	4	1	2
STALUC5	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	27	5	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS	2	3	2	9	4	1
STALUC6	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	19	5	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS	2	3	6	8	4	1
STALUC7	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	1	2	ALUVIAL DE TEXTURA MEDIA Y PESADA DRENAJE MODERADO	1	1	4	5	7	2
STALUC8	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	1	2	ALUVIAL DE TEXTURA MEDIA Y PESADA DRENAJE MODERADO	1	1	4	8	7	1
ELRODE1	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700		2	PUMIGITICO	1	2	5	8	7	1
ELRODE2	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700		1	PUMIGITICO	1		8	5	7	1
ELRODE3	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700		2	PUMIGITICO			3	7	2	1
ELRODE4	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	10	3	PUMIGITICO			6	5	3	1
ELRODE5	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	18	5	PUMIGITICO		2	3	8	1	2
ELRODE6	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	30	5	PUMIGITICO	3	2	5	8	2	1
ELRODE7	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	25	5	PUMIGITICO		3	2	8	1	1
ELRODE8	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	9	3	PUMIGITICO		3	5	7	2	1
CARRIZ1	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700		2	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS			3	7	2	1
CARRIZ2	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	15	4	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS	3		3	7	1	1
CARRIZ3	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	4	2	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS		3	2	7	2	1
CARRIZ4	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	36	6	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS			2	9	3	1
CARRIZ5	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	18	5	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS			5	8	2	1
CARRIZ6	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700		3	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS			1	8	4	1
PARC241	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	3	2	ROCA METAMORFICA	1	2	9	7	7	1
PARC242	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	3	2	ROCA METAMORFICA	1	2	9	7	7	1
PARC243	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	3	2	ROCA METAMORFICA	1	2	9	7	7	1
PARC244	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	3	2	ROCA METAMORFICA	1	2	9	7	7	1
STALUC9	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	23	5	ALUVIAL DE TEXTURA MEDIA Y PESADA CON BUEN DRENAJE	1	3	1	8	3	1
STALUC10	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	6	3	ALUVIAL DE TEXTURA MEDIA Y PESADA DRENAJE MODERADO	2	1	7	8	7	1
STALUC11	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	1	2	ALUVIAL DE TEXTURA MEDIA Y PESADA DRENAJE MODERADO	1	1	2	4	7	1
STALUC12	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	4	2	ALUVIAL DE TEXTURA MEDIA Y PESADA DRENAJE MODERADO	2	1	5	5	7	1
STALUC13	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	40	6	ALUVIAL DE TEXTURA MEDIA Y PESADA DRENAJE MODERADO	1	1	8	6	7	1
ELMANZ1	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	10	3	PUMIGITICO	3	2	4	9	4	1
LOSALA1	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	18	5	GRANITICOS DEPOSITACIONALES	2	2	8	4	1	1
LOSALA2	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	10	3	GRANITICOS DEPOSITACIONALES	1	3	8	9	1	1
LOSALA3	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	10	3	GRANITICOS DEPOSITACIONALES	2	3	2	4	1	1
LOSALA4	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	5	3	GRANITICOS DEPOSITACIONALES	1	4	8	8	1	1
HJUEL1	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	7	3	SUELO ALUVIAL DE TEXTURA LIVIANA CON BUEN DRENAJE	3	2	5	8	4	1
HJUEL2	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	10	3	SUELO ALUVIAL DE TEXTURA LIVIANA CON BUEN DRENAJE	3	3	5	8	4	1
HJUEL3	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	25	5	SUELO ALUVIAL DE TEXTURA LIVIANA CON BUEN DRENAJE	3	3	6	9	4	1
HJUEL4	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	1	2	SUELO ALUVIAL DE TEXTURA LIVIANA CON BUEN DRENAJE	1	1	5	8	4	1
HJUEL5	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	1	2	SUELO ALUVIAL DE TEXTURA LIVIANA CON BUEN DRENAJE	1	1	6	7	7	1
ESPIN1	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	14	4	PUMIGITICO	2	3	3	8	2	1
ESPIN2	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	2	2	PUMIGITICO	2	4	3	9	7	1
ESPIN3	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	1	2	PUMIGITICO	1	2	3	4	7	1
EPICTE1	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14	1000	24	5	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS	2	3	5	9	2	1
EPICTE2	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14	1000	24	5	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS	2	3	5	9	4	1
EPICTE3	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14	1000	10	3	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS	2	3	7	9	2	1
CELINT1	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	1100	11	4	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS	2	3	6	8	4	1
CELINT2	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	1100	25	5	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS	3	3	3	9	4	1
RANGUI1	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	1100	35	6	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS	2	3	6	9	2	1
VIÑTA1	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	18	5	ROCA METAMORFICA	2	3	3	9	4	1
VIÑTA2	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	20	5	ROCA METAMORFICA	3	3	3	9	3	1
LOTE5C1	SECOESTIVAL DE NEBLINA	14.5	700	3	2	SUELO ALUVIAL DE TEXTURA LIVIANA CON BUEN DRENAJE	1	2	9	5	2	1
LOSRL1	SECOESTIVAL MEDIA	16	1000	6	3	ALUVIAL DE TEXTURA MEDIA Y PESADA CON BUEN DRENAJE	1	1	8	8	7	1
AGUAFR1	ESTEPARIA MEDITERRANEA	16	250	35	6		3	3	5	8	3	1
AGUAFR2	ESTEPARIA MEDITERRANEA	16	250	35	6		3	3	5	8	3	1
AGUAFR3	ESTEPARIA MEDITERRANEA	16	250	50	7		3	3	5	8	3	1
LASCHI1	ESTEPARIA MEDITERRANEA	17	250	2	2		1	1	7	9	7	1
LASCHI2	ESTEPARIA MEDITERRANEA	17	250	1	2		1	1	8	8	7	1
LASCHI3	ESTEPARIA MEDITERRANEA	17	250	1	2		1	1	8	8	7	1
LASCHI4	ESTEPARIA MEDITERRANEA	17	250	1	2		1	1	8	8	7	1
CERROP1	ESTEPARIA MEDITERRANEA	16.5	250	73	8		1	3	1	9	3	1
COMUN1	ESTEPARIA SECA	17	200	30	5		2	2	6	8	3	1
MUÑOSA1	ESTEPARIA SECA	17.5	200	30	5		2	4	2	9	7	1
STACLA1	SECOESTIVAL BREVE	15	1200	1	2	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS	1	1	8	7	7	1
REILMA1	SECOESTIVAL BREVE	14.5	1100	1	2	GRANITICOS DE LOMAJES Y CERROS	1	1	1	2	7	1
RENALP1	SECOESTIVAL DE NEBLINA	15	700	9	3	GRANITICOS DEPOSITACIONALES	1	1	8	4	1	1

(Continuación tabla anterior)

CÓDIGO PARCELA (PRIMERAS TRES LETRAS NOMBRE, N° MUESTRO)	DENSIDAD (PL/Ha)	FERTILIZACION MANEJO	RIEGO MANEJO	PODAS	PROTECCIÓN	CUIDADOS	CONDICIÓN	TENDENCIA	PREPARACIÓN SUELO	HERBICIDAS	ENMIENDAS	TIPO PLANTA	TAMAÑO MACETA (cc)	MULCH	FERTILIZACION ESTABLECIMIENTO	PROTECCIÓN INDIVIDUAL	RIEGO ESTABLECIMIENTO	ORIGEN DE LA PLANTA	EDAD (N° AÑOS)		
																		GENOTIPO	FENOTIPO		
																		ESTABLECIMIENTO			
SANTAL1	1250	2	1	2	3	5	2	3	2	1	2	1			3	1	1	1		2	
SANTAL2	1250	2	1	2	3	5	2	3	2	1	2	1			3	1	1	1		2	
SANTAL3	1250	2	1	2	3	4	3	2	2	1	2	1			3	1	1	1		4	
SANTAL4	1250	2	1	2	3	4	3	2	2	1	2	1			3	1	1	1		4	
SANTAL5	1250	2	1	2	3	3	3	2	2	1	2	1			3	1	1	1		3	
SANTAL6	1250	2	1	2	3	3	2	2	2	1	2	1			3	1	1	1		4	
SANTAL7	1250	2	1	2	4	3	3	2	2	1	2	1			3	1	1	1		3	
SANTAL8	1250	2	1	2	4	3	3	2	2	1	2	1			3	1	1	1		1	
SANTAL9	1250	2	1	2	3	3	3	2	2	1	2	1			3	1	1	1		1	
SANTAL10	1250	2	1	2	2	2	3	2	2	1	2	1			3	1	1	1		2	
SANTAL11	1250	2	1	2	6	6	1	1	2	1	2	1			3	1	1	1		2	
SANTAL12	1250	2	1	2	3	4	2	2	2	1	2	1			3	1	1	1		2	
SANTAL13	1250	2	1	2	2	3	3	2	2	1	2	1			3	1	1	1		2	
SANTAL14	1250	2	1	2	4	6	2	2	2	1	2	1			3	1	1	1		2	
SANMAN1		1	1	3	2	4	2	1	1	1	2	1			3	1	2	1		26	
SANMAN2		1	1	3	2	4	2	1	1	1	2	1			3	1	2	1		26	
SANMAN3		1	1	1	1	5	1	1	1	1	2	1			3	1	2	1		26	
LOSCH1	450	1	2	4	3	3	1	1	1	1	2	1			3	1	2	1		32	
LOSCH2	450	1	2	4	4	2	2	2	1	1	2	1			3	1	2	1		32	
LOSCH3	450	1	2	4	4	4	1	1	1	1	2	1			3	1	2	1		32	
LOSCH4	450	1	2	4	4	4	2	2	1	1	2	1			3	1	2	1		32	
LOSCH5	450	1	2	4	4	3	2	1	1	1	2	1			3	1	2	1		32	
LOSCH6	450	1	2	4	4	3	2	1	1	1	2	1			3	1	2	1		32	
LOTEC1	1250	1	1	3	3	4	2	1	1	1	2	1			3	1	2	1		5	
LOTEC2	1250	1	1	3	3	3	3	2	1	1	2	1			3	1	2	1		5	
LOTEC3	1250	1	1	3	3	3	2	1	1	1	2	1			3	1	2	1		5	
LOTEC4	1250	1	1	3	3	3	4	5	1	1	2	1			3	1	2	1		5	
ELTRAN1	1250	1	1	1	2	2	5	1	1	1	2	1	350		1	2	1		PUMANQUE Y RM	4	
ELTRAN2	1250	1	1	1	2	2	4	2	1	1	2	1	350		1	2	1		PUMANQUE Y RM	4	
ELTRAN3	1250	1	1	1	2	2	3	2	1	1	2	1	350		1	2	1		PUMANQUE Y RM	4	
STALUC1	700	2	2	1	4	4	3	2	4	3	2	1	360	3	1	2	2		LOCAL PREDIAL	3	
STALUC2	700	2	1	1	4	4	2	2	4	3	2	1	360	3	1	2	2		LOCAL PREDIAL	3	
STALUC3	700	2	1	1	4	4	2	2	4	3	2	1	360	3	1	2	2		LOCAL PREDIAL	3	
STALUC4	700	2	1	1	4	4	2	2	4	3	2	1	360	3	1	2	2		LOCAL PREDIAL	1	
STALUC5	700	2	1	1	4	4	2	2	4	3	2	1	360	3	1	2	2		LOCAL PREDIAL	2	
STALUC6	700	2	1	1	4	4	2	2	4	3	2	1	360	3	1	2	2		LOCAL PREDIAL	2	
STALUC7	700	1	3	3	4	4	2	2	4	3	2	1	360	3	1	2	2		LOCAL PREDIAL	4	
STALUC8	hlera	1	3	3	4	4	2	2	2	1	2	1	360	3	1	2	2		LOCAL PREDIAL	4	
ELRODE1	1250	2	1	2	3	3	3	2	1	1	2	1	150	3	1	2	1		LOCAL PREDIAL (VIVERO LOS CIPRESSES)	4	
ELRODE2	1250	2	2	2	3	3	4	1	1	1	2	1	150	3	1	2	1		LOCAL PREDIAL (VIVERO LOS CIPRESSES)	4	
ELRODE3	1250	2	1	2	3	3	1	2	1	1	2	1	150	3	1	2	1		LOCAL PREDIAL (VIVERO LOS CIPRESSES)	4	
ELRODE4	1250	2	1	2	3	3	2	2	1	1	2	1	150	3	1	2	1		LOCAL PREDIAL (VIVERO LOS CIPRESSES)	4	
ELRODE5	1250	2	1	2	3	3	2	2	1	1	2	1	150	3	1	2	1		LOCAL PREDIAL (VIVERO LOS CIPRESSES)	4	
ELRODE6	1250	2	1	2	3	3	3	2	1	1	2	1	150	3	1	2	1		LOCAL PREDIAL (VIVERO LOS CIPRESSES)	4	
ELRODE7	1250	2	1	2	3	3	3	2	1	1	2	1	150	2	1	2	1		LOCAL PREDIAL (VIVERO LOS CIPRESSES)	4	
ELRODE8	1250	2	1	2	3	3	3	2	1	1	2	1	150	3	1	2	1		LOCAL PREDIAL (VIVERO LOS CIPRESSES)	4	
CARRIZ1	1250	2	1	2	5	4	2	2	1	2	2	1	150	3	1	2	1		LOCAL PREDIAL (VIVERO LOS CIPRESSES)	5	
CARRIZ2	1250	2	1	2	5	1	3	3	1	2	2	1	150	3	1	2	1		LOCAL PREDIAL (VIVERO LOS CIPRESSES)	5	
CARRIZ3	1250	2	1	2	5	1	1	3	1	2	2	1	150	3	1	2	1		LOCAL PREDIAL (VIVERO LOS CIPRESSES)	5	
CARRIZ4	1250	2	1	2	5	1	3	3	1	2	2	1	150	3	1	2	1		LOCAL PREDIAL (VIVERO LOS CIPRESSES)	5	
CARRIZ5	1250	2	1	2	5	1	2	3	1	2	2	1	150	3	1	2	1		LOCAL PREDIAL (VIVERO LOS CIPRESSES)	5	
CARRIZ6	1250	2	1	2	4	3	4	2	1	2	2	1	150	3	1	2	1		LOCAL PREDIAL (VIVERO LOS CIPRESSES)	5	
PARC241	1111	1	1	2	5	5	1	3	2	2	1	1	360	1	1	1	4		PUMANQUE	8	
PARC242	1111	1	3	2	5	5	1	3	2	2	1	1	360	1	1	1	4		PUMANQUE	8	
PARC243	1111	1	3	2	5	5	1	3	2	2	1	1	360	1	1	1	4		PUMANQUE	8	
PARC244	1111	1	3	2	5	5	1	3	2	2	1	1	360	1	1	1	4		PUMANQUE	8	
STALUC9	800	2	1	1	4	4	4	2	2	1	2	1	360	3	1	2	0		LOCAL	1	
STALUC10	240	1	3	3	3	4	3	2	3	1	2	1	1570	3	1	2	30		LOCAL	7	
STALUC11	240	1	3	3	3	4	3	2	3	1	2	1	1570	3	1	2	30		LOCAL	7	
STALUC12	240	1	3	3	3	4	3	2	3	1	2	1	1570	3	1	2	30		LOCAL	7	
STALUC13	1300																			LOCAL (SEMILLERO NATURAL)	7
ELMAN21	825	1	1	2	4	4	2	2	2	1	1	2	1		3	1	2	1		10	
LOSAL1	1500	2	2	1	5	5	1	3	2	1	2	1			3	1	2	1		2	
LOSAL2	1500	2	2	1	5	5	1	3	2	1	2	1			3	1	2	1		2	
LOSAL3	1250	1	2	2	5	5	1	3	2	1	2	1			3	1	2	1		3	
LOSAL4	1250	1	2	2	5	5	1	3	2	1	2	1			3	1	2	1		3	
HUJEL1	1000	1	1	1	4	3	3	3	1	1	2	1	150	2	1	2	2		CARRIZAL DE MARCHIGUE FORESTAL LOS CIPRESSES	3	
HUJEL2	1000	1	1	1	4	3	3	3	1	1	2	1	150	2	1	2	2		CARRIZAL DE MARCHIGUE FORESTAL LOS CIPRESSES	3	
HUJEL3	1000	1	1	1	4	3	3	3	1	1	2	1	150	2	1	2	2		CARRIZAL DE MARCHIGUE FORESTAL LOS CIPRESSES	3	
HUJEL4	1000	1	1	1	4	3	3	3	1	1	2	1	150	2	1	2	2		CARRIZAL DE MARCHIGUE FORESTAL LOS CIPRESSES	3	
HUJEL5	1000	1	1	1	4	3	3	3	1	1	2	1	150	2	1	2	2		CARRIZAL DE MARCHIGUE FORESTAL LOS CIPRESSES	3	
ESPINI1	1000	1	1	1	2	3	2	3	1	4	2	1	150	2	1	2	2		CARRIZAL DE MARCHIGUE FORESTAL LOS CIPRESSES	3	
ESPINI2	1000	1	1	1	2	3	2	3	1	4	2	1	150	2	1	2	2		CARRIZAL DE MARCHIGUE FORESTAL LOS CIPRESSES	3	
ESPINI3	1000	1	1	1	2	3	2	3	1	4	2	1	150	2	1	2	2		CARRIZAL DE MARCHIGUE FORESTAL LOS CIPRESSES	3	
EPICTE1	1250	1	1	1	4	3	4	2	1	4	2	1	150	3	1	1	1		CHOMEDAGUE	2	
EPICTE2	1250	1	1	1	4	3	4	2	1	4	2	1	150	3	1	1	1		CHOMEDAGUE	2	
EPICTE3	1250	1	1	1	4	3	4	2	1	4	2	1	150	3	1	1	1		CHOMEDAGUE	1	
CELINT1	1250	1	1	2	4	5	2	3	1	1	1	1	150	3	1	2	1		CHOMEDAGUE	2	
CELINT2	1250	1	1	2	4	5	2	3	1	1	1	1	150	3	1	2	1		CHOMEDAGUE	2	
RANGUI1																				7	
VIÑITA1	1250	2	1	1	3	2	4	2	1	1	2	1			3	1	2	1		3	
VIÑITA2	1250	2	1	1	3	2	4	2	1	1	2	1			3	1	2	1		3	
LOTEC1	1250	2	1	3	2	3	4	2			2	1			3	1	2	1		7	
LOSRL1	2000	2	4	2	5	5	1	2		3	2				3	2	2	20		4	
AGUARR1	1800	2	1	1	5	4	2	3	3	3	2	2	4000	3	2	2	0		LOCAL (SEMILLERO NATURAL)	3	
AGUARR2	1800	2	1	1	5	4	2	3	3	3	2	2	4000	3	2	2	0		LOCAL (SEMILLERO NATURAL)	3	
AGUARR3	2	1	1	1	1	2	4	1	3	3	2	2	4000	3	2	2	0		ILLAPEL	5	
LASCH1	400	2	1	2	3	3	3</														

## Anexo 4. Formularios para registrar información predial

Fecha última actualización de la ficha: **Julio 2007**

DETALLES DEL PREDIO		N° ROL	54-15
<b>PREDIO</b>	<i>Nombre:</i> Las Pataguas		
	<i>Superficie (ha):</i> 730 ha		
	<i>Sup. plan quillay (ha):</i> 0		
	<i>Fecha inicio relaciones:</i> marzo 2007		
	<i>Sector o comarca:</i> Palmilla de Reto		
	<i>Comuna:</i> Pumanque		
	<i>Provincia:</i> Colchagua		
	<i>Región:</i> Libertador Bdo. O'Higgins		
	<i>Coord. UTM referencia:</i> WGS 84 / 19 / 255.887 – 6.173.032		
<b>PROPIETARIO</b>	<i>Nombre:</i> Sociedad Agrícola La Palmilla		
	<i>Administrador:</i> José Mercandino		
	<i>Dirección:</i> reside en predio (no registra dirección)		
	<i>Correo electrónico:</i> mercandinojp@hotmail.com		
	<i>Teléfono:</i> no registra		
	<i>Celular:</i> 9-2260744		

### ECORREGIÓN

*Reino:* Templado  
*Dominio:* Secoestival mediterráneo  
*Provincia:* Secoestival nubosa  
*Subprovincia:* Litueche  
*Precipitación media:* 700mm  
*Temperatura media anual:* 14°C  
*Distrito predominante:* ondulado

### RESEÑA HISTÓRICA

La familia Mercandino adquirió el predio hace aprox. 50 años y no se realizaron mayores intervenciones hasta el año 2006, cuando decidieron implementar el cultivo de olivo instalar una planta para la elaboración de aceite de oliva. Con este propósito uno de los propietarios de la Sociedad Agrícola La Palmilla se instaló para vivir en el predio junto con su familia. Anteriormente el predio estaba destinado a plantaciones forestales (pino y eucaliptus), ganadería ovina y bovina, cultivo de trigo en mediería y arriendo. En general la zona donde se ubica el predio fue cultivada con trigo en forma intensiva lo que generó, junto con el pastoreo incontrolado, la intensa degradación del suelo que se observa actualmente en la zona y el predio.

## PROPÓSITO DEL PROPIETARIO

*Primario:* Producción de aceite de oliva

*Secundarios:* Producción de biomasa forestal para comercializar

## ESTRATEGIA PREDIAL RELATIVA AL QUILLAY: PLANTACIONES

Año Plantación	Superficie (ha)	Densidad (pl/ha)	Condición	Código

## ESTRATEGIA PREDIAL RELATIVA AL QUILLAY: ENRIQUECIMIENTO

Año Plantación	Superficie (ha)	Densidad (pl/ha)	Condición	Código

## ESTRATEGIA PREDIAL RELATIVA AL QUILLAY: POBLACIONES NATURALES

Superficie explotable (ha)	Densidad quillay	Volumen bruto estimado (m <sup>3</sup> /ha)	Condición	Código

## LOGROS

*Primario:* Ya se está terminando la implementación del cultivo de olivos

*Secundarios:* Se está estudiando la forestación con pino y eucaliptus

### **MANEJO FUTURO**

Estará centrado en la producción de aceite de oliva y forestaciones. El administrador y propietario manifiesta interés en la calidad paisajística y de recreación del campo, sin embargo, no está dispuesto a invertir en ello.

Se estudió la posibilidad de realizar plantaciones de Q. saponaria pero las condiciones que los propietarios solicitan no son atractivas para la empresa dado que las plantaciones tendrían muy baja posibilidad de éxito.

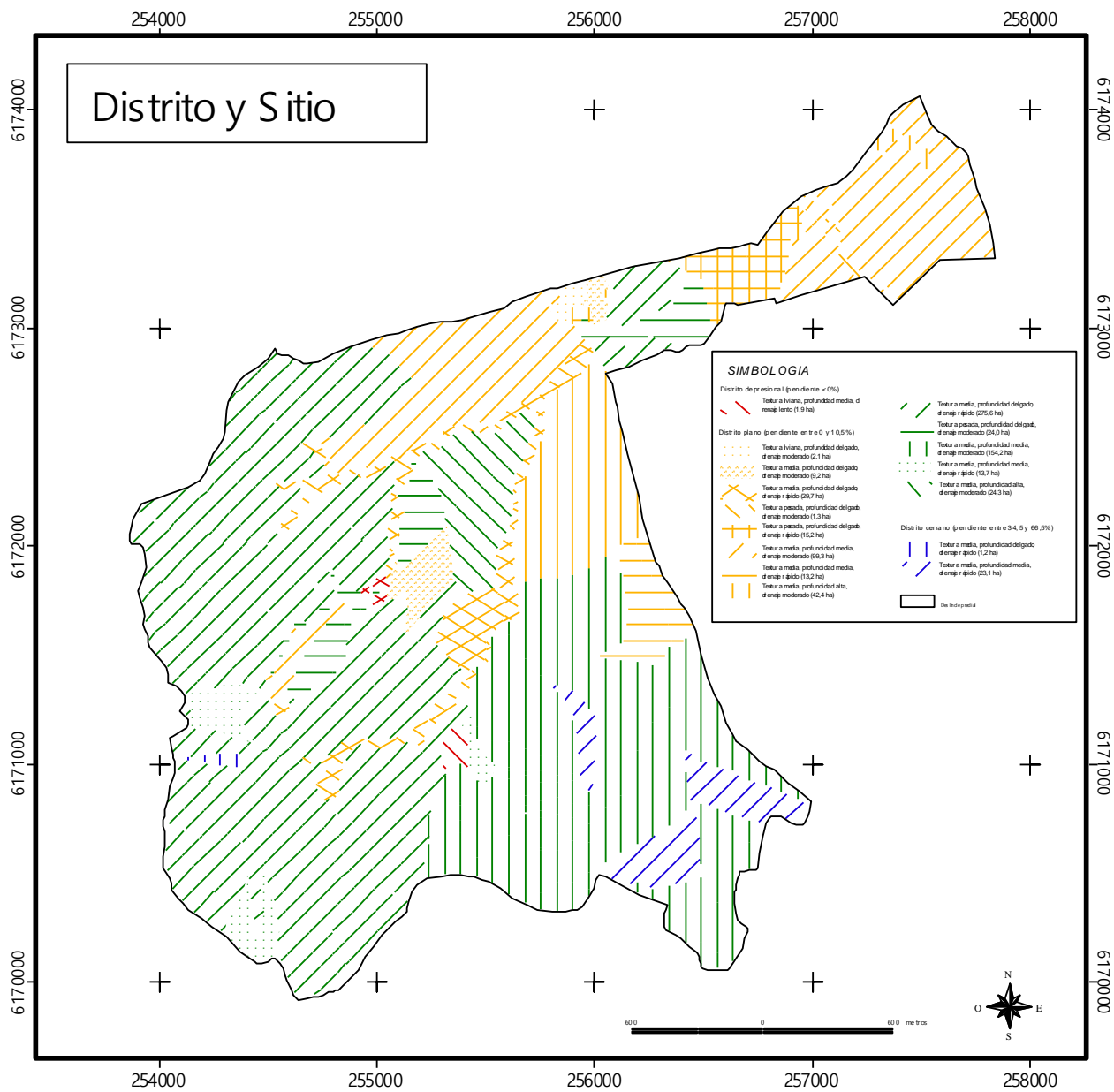
### **PRESCRIPCIÓN RESPECTO AL QUILLAY**

<b>Lugar</b>	<b>Descripción</b>	<b>Manejo</b>

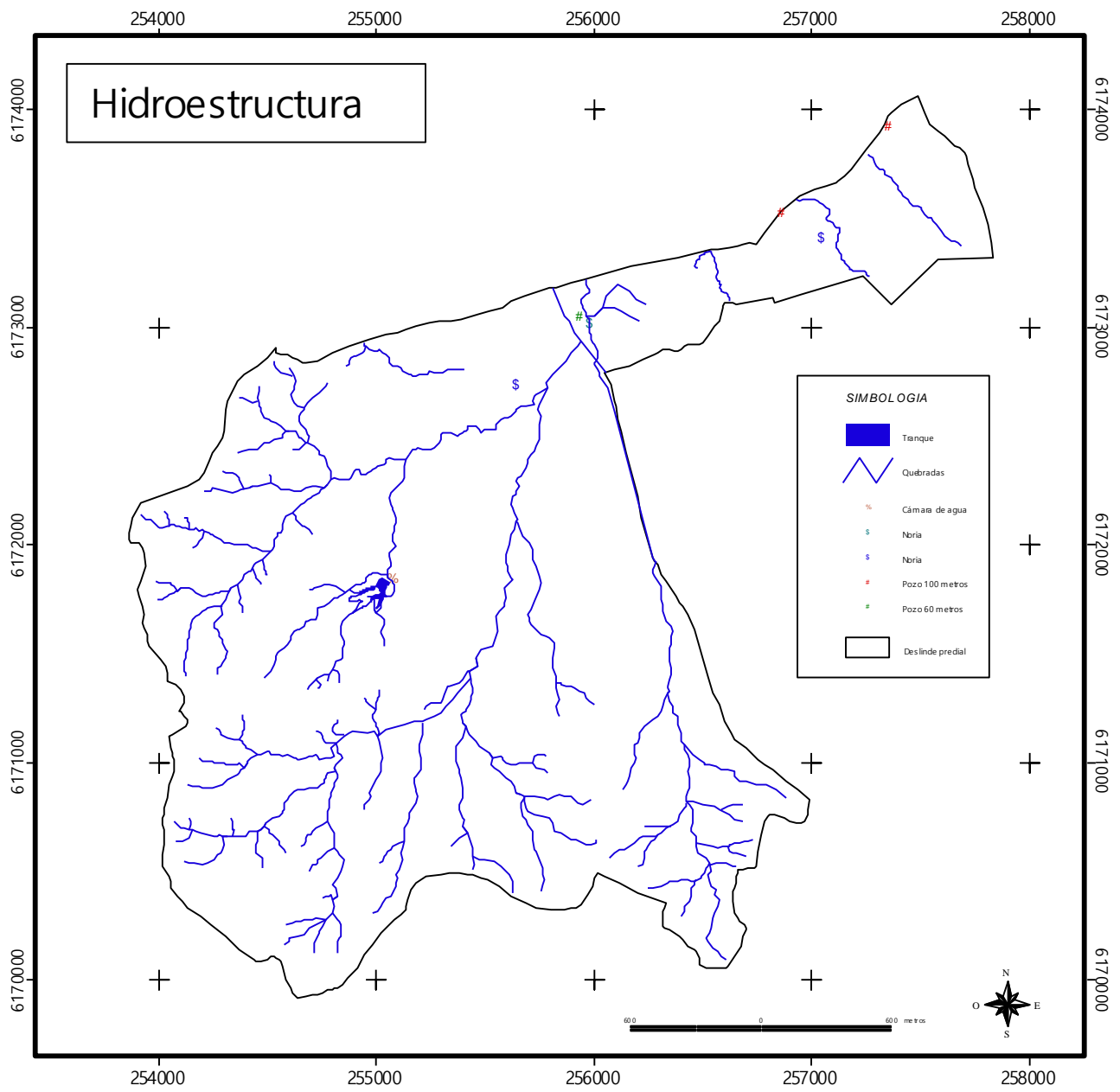
### **COSECHAS**

<b>Código</b>	<b>Fecha intervención</b>	<b>Volumen extraído</b>	<b>Comentarios</b>

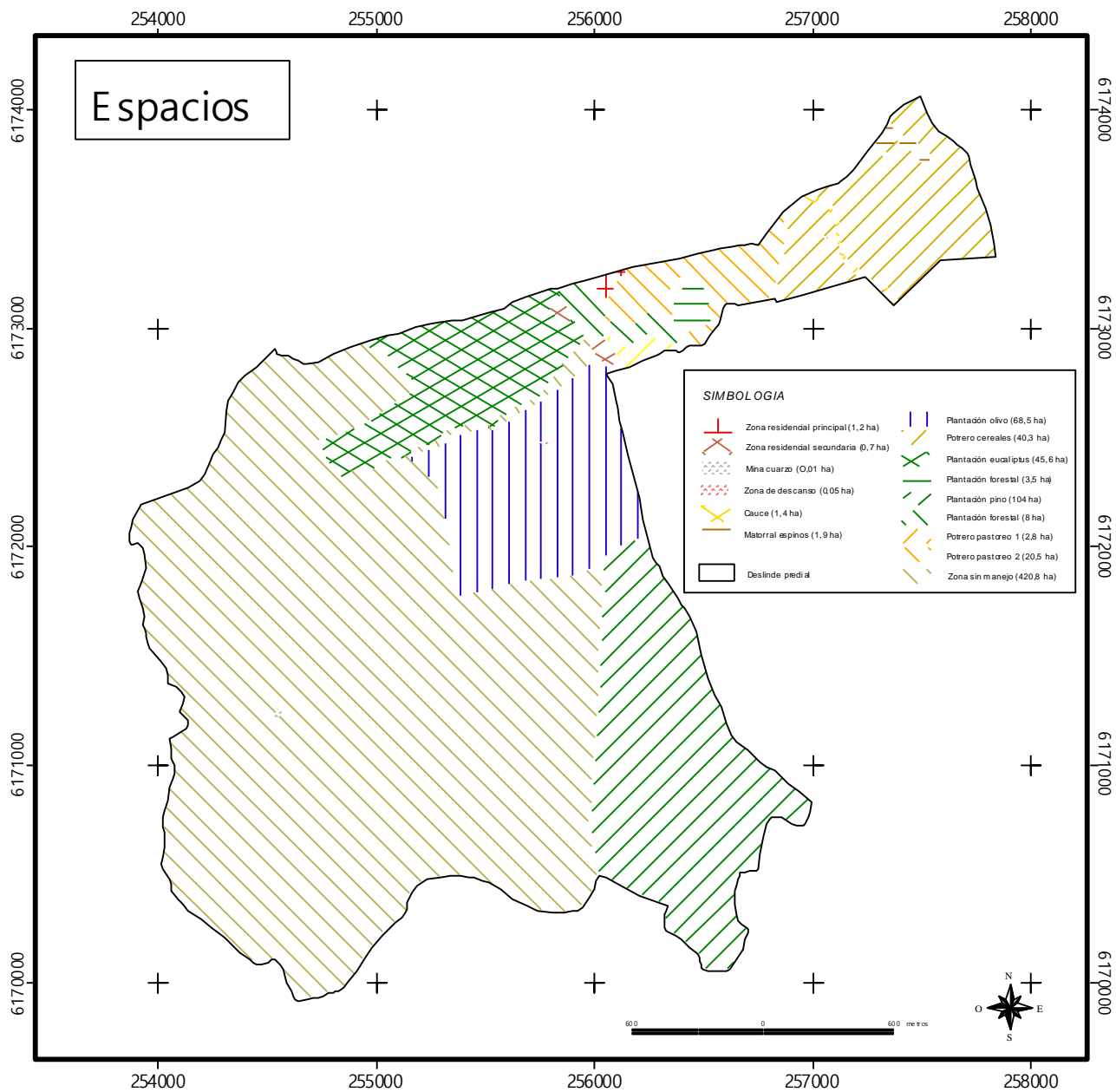
# CARTAS DEL PREDIO (o esquema)



# CARTAS DEL PREDIO (o esquema)



# CARTAS DEL PREDIO (o esquema)



## DETALLES EXISTENCIAS DE QUILLAY

### PLANTACIONES

Código	Año Plantación	Superficie (ha)	Densidad (pl/ha)	Condición

### ENRIQUECIMIENTO

Código	Año Plantación	Superficie (ha)	Densidad (pl/ha)	Condición

### POBLACIONES NATURALES

Código	Superficie explotable (ha)	Densidad quillay(pl/ha)	Volumen bruto estimado (m3/ha)	Condición



*Códigos de unidades biogeoestructurales (UNBI).*

<b>DISTRITOS (DIST)</b> 1) Depresional < 0% 2) Plano > 0-10,5% 3) Ondulado > 10,5-34,5% 4) Cerrano > 34,5-66,5% 5) Montano > 66,5% 0) No Determinado	4) Neutro 6,9 < 7,3 pH 5) Acidez leve 6,1 < 6,5 pH 6) Acidez media 5,0 < 6,0 pH 7) Acidez fuerte < 5,0 pH 0) No determinado	4) Inundado frecuentemente, > 15 % años, con aguas tormentosas 5) Inundado usualmente, > 40 % años, con aguas tormentosas 6) Inundado usualmente, aguas detenidas profundas
<b>TEXTURA PROFUNDIDAD (TXPR)</b> 1) Liviana delgado 2) Media delgado 3) Pesada delgado 4) Liviana mediano 5) Media Mediano 6) Pesada mediano 7) Liviana profundo 8) Media Profundo 9) Pesada profundo 0) No Determinado	<b>SALINIDAD SODIO (S)</b> 1) Normal CE < 4, Na < 15 2) Salino CE > 4-8, Na < 15 3) Muy salino CE > 8-15, Na < 15 4) Extremadamente salino CE > 15, Na < 15 5) Sódico CE < 4, Na > 15 6) Salino sódico CE > 4-8, Na > 15 7) Muy salino sódico CE > 8-15, Na > 15 8) Extremadamente salino sódico 9) CE > 15, Na > 15 0) No determinado	0) No determinado <b>USO (USO)</b> 1) Residencial 2) Tecnoestructural 3) Cultivo 4) Forestal 5) Ganadero 6) Minero 7) Área silvestre protegida 8) Sin uso 0) No determinado
<b>HIDROMORFISMO (HIDR)</b> 1) Hidromórfico permanente superficial 2) Hidromórfico permanente medio 3) Hidromórfico permanente profundo 4) Hidromórfico estacional superficial 5) Hidromórfico estacional medio 6) Hidromórfico estacional profundo 7) Drenaje lento 8) Drenaje moderado 9) Drenaje rápido 0) No determinado	<b>FERTILIDAD (F)</b> 1) Insignificante < 5 (meq/100 g) 2) Baja 5 < 10 3) Media 10 < 20 4) Alta > 20 0) No determinado	<b>PROPOSITO DE USO 1 (PUSO 1)</b> 1) Producción de agua 2) Producción de energía 3) Producción de fauna silvestre, caza y pesca 4) Producción de leña, carbón y corteza 5) Producción de madera 6) Producción de pasto 7) Producción vegetal para el consumo humano 8) Producción de carne (Kg. de P.V./ha año) 9) Producción de lana (Kg./ha año) 10) Producción de leche (Kg./ha año) 11) Producción de compuestos orgánicos naturales para la industria 12) Producción de frutos naturales (qq./ha año) 13) Producción de mantillo (m <sup>3</sup> /ha año) 14) Recreación (días-hombre/ha año) 15) Modificación del hábitat (clase) 16) Hacer deporte (días-hombre/ha año) 17) Educar (clase) 18) Manufacturar y envasar (ton/año) 19) Transportar y trasladar 20) Almacenar 21) Extracción de suelo o subsuelo 22) Información (clase) 23) Servicios generales (clase) 24) Habitar (personas) 0) No determinado
<b>PENDIENTE (T)</b> 1) Depresión < 0,6% 2) Plano suave 0,05 < 4,5% 3) Plano inclinado 4,5 < 10,5% 4) Ondulado suave 10,5 < 17,5% 5) Ondulado inclinado 17,5 < 34,5% 6) Cerro suave 34,5 < 47,5% 7) Cerro inclinado 47,5 < 66,5% 8) Montano suave 66,5 < 95,5% 9) Montano inclinado > 95,5% 0) No determinado	<b>PEDREGOSIDAD (P)</b> 1) Sin Piedras 2) Piedras separadas a mas de 30 m 0,01% del área 3) Separadas a 10-30 m 0,01-0,1% del área 4) Separadas a 1,5-10 m 0,1-1% del área 5) Separadas a 0,7-1,5 m 3-15% del área 6) Del 15-45% del área 7) Del 45-90% del área 8) 90% del perfil con guijarros 9) Roca o rocoso 0) No determinado	<b>PROPOSITO DE USO 2 (PUSO 2)</b> 1) Producción de agua 2) Producción de energía 3) Producción de fauna silvestre, caza y pesca 4) Producción de leña, carbón y corteza 5) Producción de madera
<b>EXPOSICION (E)</b> 1) Solana 2) Levanta 3) Umbría 4) Poniente 5) Sotavento 6) Barlovento 7) Sin exposición 0) No determinado	<b>MATERIA ORGANICA (M)</b> 1) 0 < 1% 2) 1 < 2% 3) 2 < 5% 4) 5 < 10% 5) 10 < 25 % 6) 25 % y menor de 5 cm de espesor 7) 25 % y entre 5 y 30 cm de espesor 8) 25 % más de 30 % de espesor 0) No determinado	
<b>REACCION (R)</b> 1) Alcalinidad alta > 8,5 pH 2) Alcalinidad media 8,1 < 8,5 pH 3) Alcalinidad leve 7,4 < 8,0 pH	<b>INUNDACIONES (I)</b> 1) Nunca inundado 2) Inundado ocasionalmente con aguas tranquilas 3) Inundado ocasionalmente con aguas tormentosas	

6) Producción de pasto	4) <i>ESTILO TECNOLÓGISTA (ESTI)</i> <i>SUBESTILO (SUES)</i>	1) Sin riego, déficit hídrico máximo
7) Producción vegetal para el consumo humano	1) Mecánica (tractores, tracción animal, implementos)	2) Riego ocasional, déficit hídrico fuerte
8) Producción de carne (Kg. de P.V./ha año)	2) Mínima labor, cero labranza (tecnologías químicas)	3) Riego regular, semi riego, déficit hídrico medio
9) Producción de lana (Kg./ha año)	3) Orgánica (agricultura orgánica)	4) Riego alto, déficit hídrico débil
10) Producción de leche (Kg./ha año)	4) Mecánica y química	5) Riego bueno, sin déficit
11) Producción de compuestos orgánicos naturales para la industria	5) Cultivares, mecánica, química y pesticidas (revolución verde)	6) Levemente anegado
12) Producción de frutos naturales (qq./ha año)	0) No determinado	7) Regularmente anegado
13) Producción de mantillo (m <sup>3</sup> /ha año)	5) <i>ESTILO TECNIFICADO (ESTI)</i> <i>SUBESTILO (SUES)</i>	8) Fuertemente anegado
14) Recreación (días-hombre/ha año)	1) Corrales	0) No determinado
15) Hábitat	2) Invernaderos	<b>PROTECCIÓN (PROT)</b>
16) Hacer deporte (días-hombre/ha año)	3) Cámaras de crecimiento	1) Sin protección, ataque intenso
17) Educar (clase)	4) Biotecnología	2) Escasa protección, ataque fuerte
18) Manufacturar y envasar (ton/año)	0) No determinado	3) Protección media, ataque medio
19) Transportar y trasladar	6) <i>ESTILO INDUSTRIAL (ESTI)</i> <i>SUBESTILO (SUES)</i>	4) Protección buena, ataque leve
20) Almacenar	1) Agroindustria	5) Protección excelente, sin ataque
21) Extracción de suelo o subsuelo	2) Packing	6) Protección levemente excesiva, daño leve debido a protección
22) Información (clase)	3) Manufacturera	7) Protección medianamente excesiva, daño medio
23) Servicios generales (clase)	0) No determinado	8) Protección fuertemente excesiva, daño fuerte
24) Habitar (personas)	0) <i>ESTILO NO DETERMINADO (ESTI)</i> <i>SUBESTILO (SUES)</i>	0) No determinado
0) No determinado	0) No determinado	<b>BIOTECNOLOGÍA (BIOT)</b>
1) <i>ESTILO NATURAL (ESTI)</i> <i>SUBESTILO (SUES)</i>	0) <i>ESTILO NO DETERMINADO (ESTI)</i> <i>SUBESTILO (SUES)</i>	1) Insignificante
1) Parque nacional	<b>COBERTURA (COBE)</b>	2) Baja biotecnología, información baja
2) Monumento Natural	1) Selva	3) Media biotecnología, información biotecnológica media
3) Reserva científica	2) Bosque	4) Alta biotecnología, información alta
4) Refugio o santuario fauna	3) Sabana arbustiva	5) Excelente biotecnología, información excelente
5) Reserva de recurso	4) Matorral	6) Biotecnología levemente excesiva
6) Bosque nacional	5) Estepa arbustiva	7) Biotecnología medianamente excesiva
7) Río nacional	6) Pastura	8) Biotecnología fuertemente excesiva
8) Ruta paisajística	7) Pradera	0) No determinado
9) Área de protección	8) Rastrojera	<b>CUIDADOS (CUID)</b>
10) Servidumbre	9) Cultivo herbáceo anual	1) Muy pobre
0) No determinado	10) Cultivo frutal	2) Pobre
2) <i>ESTILO RECOLECTOR (ESTI)</i> <i>SUBESTILO (SUES)</i>	11) Cultivo forestal	3) Regular
1) Talar	12) Líquenes y musgos	4) Bueno
2) Captura con red	13) Descubierta	5) Excelente
3) Explosivos	14) Herbácea flotante	6) Levemente excesivo
4) Casa	15) Pajonal emergente	7) Medianamente excesivo
5) Pastoreo	16) Herbácea cespitosa	8) Fuertemente excesivo
6) Raspar	17) Parque, jardín	0) No determinado
7) Cavar	18) Construcciones	<b>CONDICIÓN (COND)</b>
8) Trampeo	19) Cultivo herbáceo perenne	1) Excelente 80 a 100 %
0) No determinado	0) No determinado	2) Buena 60 a 80 %
3) <i>ESTILO NATURALISTA (ESTI)</i> <i>SUBESTILO (SUES)</i>	<b>FERTILIZACIÓN (FERT)</b>	3) Regular 40 a 60 %
1) Pastoreo controlado de praderas	1) Nula	4) Pobre 20 a 40 %
2) Pastoreo y tala controlada	2) Baja	5) Muy pobre 0 a 20 %
3) Tala controlada (silvicultura)	3) Regular	0) No determinada
4) Pastoreo controlado de praderas, plantación forestal intercalada	4) Alta	<b>TENDENCIA (TEND)</b>
5) Tala y poda controlada. Recolección de frutas	5) Muy alta	1) Deteriorante
6) Manejo de fauna silvestre (caza y pesca)	6) Levemente excesiva (tóxica)	2) Estable
0) No determinado	7) Medianamente excesiva (tóxica)	3) Mejorante
	8) Fuertemente excesiva (tóxica)	0) No determinado
	0) No determinado	
	<b>AGUA (AGUA)</b>	





### Códigos de unidades hidroestructurales (UNHI)

<b>CLASE (CLAS)</b>	08) Acequia cabecera	11) Bebedero
1) Cauce natural	00) No determinado	12) Desarenador
2) Cauce artificial		13) Defensa fluvial
3) Acumulador natural	3) <i>ESTILO (Acumulador natural)</i>	14) Bocatoma
4) Acumulador artificial	<b>(ESTI)</b>	15) Pie de cabra
5) Obra de arte	01) Lago	16) Marco partidor
6) Potrero	02) Laguna	17) Válvula
0) No determinado	03) Pantano	18) Compuerta
	04) Vega	19) Cámara
<b>USO (USO)</b>	05) Napa superficial (sin vegetación)	20) Puente
1) Riego	06) Napa subsuperficial profundo	00) No determinado
2) Drenaje	00) No determinado	
3) Agua potable	4) <i>ESTILO (Acumulador artificial)</i>	6) <i>ESTILO (Potrero) (ESTI)</i>
4) Bebida ganado	<b>(ESTI)</b>	01) Zona regada
5) Recreación	01) Represa estacional	02) Cuenca de captación
6) Conservación	02) Represa nocturna	03) Zona drenada
7) No uso	03) Represa para medida	00) No determinado
8) Uso fuera del predio	04) Laguna con sobremuro	
0) No determinado	05) Almacenaje subterráneo en tierra	0) <i>ESTILO (No determinado) (ESTI)</i>
	06) Estanque	00) No determinado
1) <i>ESTILO (Cauce natural) (ESTI)</i>	07) Aljibe (subterráneo)	
01) Cauce cualquiera	08) Borde	<b>RÉGIMEN (REGI)</b>
02) Quebrada	09) Pretil	1) Todo el año con crecida invernal
03) Estero	00) No determinado	2) Todo el año con crecida estival
04) Río		3) Sólo invernal, resto seco
05) Vertiente, manantial	5) <i>ESTILO (Obras de arte) (ESTI)</i>	4) Sólo estival, resto seco
06) Pozo	01) Tubería de cemento	5) Sólo pluvial
00) No determinado	02) Cañería	0) No determinado
2) <i>ESTILO (Cauce artificial) (ESTI)</i>	03) Sistema de cañerías y boquillas	
01) Canal vecinal	04) Molino de viento para agua	<b>CONDICIÓN (COND)</b>
02) Canal predial	05) Turbina	6) Excelente 80 a 100 %
03) Acequia colectora	06) Molino de agua	7) Buena 60 a 80 %
04) Surco de riego	07) Vado	8) Regular 40 a 60 %
05) Colector o desagüe	08) Terraplén o acueducto	9) Pobre 20 a 40 %
06) Drenaje	09) Bomba pozo profundo	10) Muy pobre 0 a 20 %
07) Lumbreras	10) Bomba superficial de agua	0) No determinado



*Códigos de unidades tecnoestructurales (UNTE)*

<p><b>CLASE (CLAS)</b></p> <p>1) Cercos</p> <p>2) Caminos</p> <p>3) Electricidad</p> <p>4) Información</p> <p>5) Almacenamiento</p> <p>6) Transformación (producción, reparación y extracción)</p> <p>7) Habitación</p> <p>8) Potrero</p> <p>0) No determinado</p> <p><b>USO (USO)</b></p> <p>1) Residencial</p> <p>2) Tecnoestructural-industrial</p> <p>3) Cultivo</p> <p>4) Forestal</p> <p>5) Ganadero</p> <p>6) Minero</p> <p>7) Área silvestre protegida</p> <p>8) Sin uso</p> <p>0) No determinado</p> <p><b>PROPÓSITO DE USO (Cercos) (PUSO)</b></p> <p>1) Fauna silvestre (Cérvidos) 2,2 m</p> <p>2) Bovinos (1,3 m) alambre o cerco eléctrico</p> <p>3) Ovinos (1,0 m) malla o alambre trenzado</p> <p>4) Gente (&gt; 2,2 m + defensas)</p> <p>5) Visual y mecánico hombre (&gt; 2,2 m + defensas)</p> <p>6) Cerco de pastor, mamíferos y aves caminantes</p> <p>0) No determinado</p> <p><b>PROPÓSITO DE USO (Caminos) (PUSO)</b></p> <p>1) Todo vehículo</p> <p>2) Camiones</p> <p>3) Motos</p> <p>4) Jeeps y camionetas</p> <p>5) Autos</p> <p>6) Carretas</p> <p>7) Animales</p> <p>8) Peatones</p> <p>0) No determinado</p> <p><b>PROPÓSITO DE USO (Electricidad) (PUSO)</b></p> <p>1) Alta tensión para transformador</p> <p>2) Sólo transmisión alta tensión</p> <p>3) Trifásica</p> <p>4) Monofásica</p> <p>5) Red cerco eléctrico</p> <p>6) Continua 12 voltios</p> <p>0) No determinado</p> <p><b>PROPÓSITO DE USO (Información) (PUSO)</b></p> <p>1) Ganadería</p> <p>2) Cultivos</p>	<p>3) Forestal</p> <p>4) Conservación</p> <p>5) Administración</p> <p>6) Residencial</p> <p>7) Transformación</p> <p>0) No determinado</p> <p><b>PROPÓSITO DE USO (Almacenamiento) (PUSO)</b></p> <p>1) Ganadería</p> <p>2) Cultivos</p> <p>3) Forestal</p> <p>4) Conservación</p> <p>5) Administración</p> <p>6) Residencial</p> <p>7) Transformación</p> <p>0) No determinado</p> <p><b>PROPÓSITO DE USO [Transformación (Producción, reparación y extracción)] (PUSO)</b></p> <p>1) Ganadería</p> <p>2) Cultivos</p> <p>3) Forestal</p> <p>4) Conservación</p> <p>5) Administración</p> <p>6) Residencial</p> <p>7) Transformación</p> <p>0) No determinado</p> <p><b>PROPÓSITO DE USO (Habitación) (PUSO)</b></p> <p>1) Vivienda</p> <p>2) Servicios religiosos</p> <p>3) Deporte</p> <p>4) Salud</p> <p>5) Actividades sociales</p> <p>6) Educación general</p> <p>7) Educación técnica</p> <p>8) Comercial</p> <p>9) Dar servicios públicos</p> <p>0) No determinado</p> <p><b>PROPÓSITO DE USO (Potrero) (PUSO)</b></p> <p>1) Ganadería</p> <p>2) Cultivo</p> <p>3) Forestal</p> <p>4) Conservación</p> <p>00) No determinado</p> <p><b>1) ESTILO (Cercos) (ESTI)</b></p> <p>01) Natural, escarpa, altura, río</p> <p>02) Madera</p> <p>03) Alambre de púa</p> <p>04) Malla ovejera</p> <p>05) Malla bizcocho</p> <p>06) Alambre liso tensado</p> <p>07) Piedra</p> <p>08) Ladrillo o cemento</p> <p>09) Adobe</p> <p>10) Ramas</p> <p>11) Cerco vivo</p>	<p>12) Cerco vivo con alambre</p> <p>13) Eléctrico fijo</p> <p>14) Miradores y marco sin cerco</p> <p>15) Límite legal sin cerco</p> <p>16) Puerta hierro (cancela)</p> <p>17) Puerta madera (cancela)</p> <p>18) Puerta alambre (cancela)</p> <p>19) Puerta ramas (cancela)</p> <p>20) Guardaganado (quiebra patas)</p> <p>21) Manga</p> <p>22) Corral</p> <p>00) No determinado</p> <p><b>2) ESTILO (Cercos) (ESTI)</b></p> <p>01) Carretera</p> <p>02) Vecinal</p> <p>03) Predial</p> <p>04) Huella</p> <p>05) Sendero</p> <p>06) Cargadero (embarcadero)</p> <p>07) Puente carreta</p> <p>08) Puente predial</p> <p>09) Puente huella</p> <p>10) Puente sendero</p> <p>11) Badén mejorado</p> <p>12) Badén natural</p> <p>13) Cargadero de ganado</p> <p>00) No determinado</p> <p><b>3) ESTILO (Electricidad) (ESTI)</b></p> <p>01) Alta tensión nacional</p> <p>02) Alta tensión local</p> <p>03) Baja tensión</p> <p>04) Cerco eléctrico</p> <p>05) Transformador</p> <p>06) Molino viento electricidad</p> <p>07) Generador hidroeléctrico</p> <p>00) No determinado</p> <p><b>4) ESTILO (Información) (ESTI)</b></p> <p>01) Estación meteorológica</p> <p>02) Báscula romana</p> <p>03) Radio</p> <p>04) Teléfono</p> <p>05) Antena</p> <p>06) Cable conductor información</p> <p>07) Correo</p> <p>08) Oficina</p> <p>09) Computador</p> <p>10) Archivos</p> <p>11) Biblioteca</p> <p>12) Aforador de agua</p> <p>13) Medidor eléctrico</p> <p>14) Portería</p> <p>00) No determinado</p> <p><b>5) ESTILO (Almacenamiento) (ESTI)</b></p> <p>01) Bodega, Almacén</p> <p>02) Silo torre</p> <p>03) Silo parva</p> <p>04) Frigorífico</p> <p>05) Despensa</p>
--	--	---

- 06) Parvas y pilas de productos
- 07) Amontonamiento piedras, tocones, aserrín, etc.
- 08) Basural
- 09) Garaje (maquinarias, vehículos)
- 10) Cementerio maquinaria y equipo
- 11) Cementerio
- 00) No determinado

6) *ESTILO*  
 [Transformación(producción, reparación y extracción)] (**ESTI**)

- 01) Industria
- 02) Matadero
- 03) Taller de reparaciones
- 04) Extracción
- 05) Hera
- 06) Gallinero
- 07) Porqueriza
- 08) Cebadero o feed-lot
- 09) Packing (procesadora)
- 00) No determinado

7) *ESTILO (Habitación)* (**ESTI**)

- 01) Casa
- 02) Departamento, piso
- 03) Escuela
- 04) Clínica
- 05) Club deportivo
- 06) Estadio, polideportivo
- 07) Plaza
- 08) Capilla o iglesia
- 09) Club social
- 10) Almacén y pulpería
- 11) Oficina pública
- 12) Carabineros
- 13) Bomberos
- 00) No determinado

8) *ESTILO (Potrero)* (**ESTI**)

- 01) Nivelación
- 02) Drenaje
- 03) Riego
- 04) Despedrado
- 05) Nivelación y riego
- 06) Nivelación y drenaje
- 07) Riego y drenaje
- 00) No determinado

**ÉPOCA (EPOC)**

- 1) Todo el año
- 2) Todo el año, excepto temporales
- 3) Sólo verano
- 4) No usable en circunstancias generales
- 5) Nunca usable
- 0) No determinado

**CONDICIÓN (COND)**

- 11) Excelente
- 12) Buena
- 13) Regular
- 14) Pobre
- 15) Muy pobre
- 4) No determinada



## Códigos de unidades espaciales (UNES)

<b>CLASE (CLAS)</b>	7) Producción vegetal para el consumo humano (qq./ha año)	5) Tala y poda controlada. Recolección de frutas
1) Cercados (natural)	8) Producción de carne (Kg de P.V./ha año)	6) Manejo de fauna silvestre (caza y pesca)
2) Construcciones (tecnológico)	9) Producción de lana (Kg./ha año)	0)No determinado
3) Mixto (natural-tecnológico)	10) Producción de leche (Kg./ha año)	<b>10) ESTILO TECNOLOGISTA (ESTI)</b>
0) No determinado	11) Producción de compuestos orgánicos naturales para la industria (qq./ha año)	<b>SUBESTILO (SUES)</b>
<b>USO (USO)</b>	12) Producción de frutos naturales (qq./ha año)	1) Mecánica (tractores, tracción animal, implementos)
1) Residencial	13) Producción de mantillo (m <sup>3</sup> /ha año)	2) Mínima labor, cero labranza (tecnologías químicas)
2) Tecnoestructural, industrial	14) Recreación (días-hombre/ha año)	3) Orgánica (agricultura orgánica)
3) Cultivo	15) Modificación del hábitat (clase)	4) Mecánica y química
4) Forestal	16) Hacer deporte (días-hombre/ha año)	5) Cultivares, mecánica, química y pesticidas (revolución verde)
5) Ganadero	17) Educar (clase)	0)No determinado
6) Minero	18) Manufacturar y envasar (ton/año)	<b>11) ESTILO TECNIFICADO (ESTI)</b>
7) Área silvestre protegida	19) Transportar y trasladar	<b>SUBESTILO (SUES)</b>
8) Sin uso	20) Almacenar	1) Corrales
0) No determinado	21) Extracción de suelo o subsuelo	2) Invernaderos
<b>PROPOSITO DE USO 1 (PUSO 1)</b>	22) Información (clase)	3) Cámaras de crecimiento
1) Producción de agua (m <sup>3</sup> /ha)	23) Servicios generales (clase)	4) Biotecnología
2) Producción de energía	24) Habitar (personas)	5) Gallineros
3) Producción de fauna silvestre, caza y pesca (Kg./ha año)	0) No determinado	6) Porquerizas
4) Producción de leña, carbón y corteza (Kg./ha año)	7) <b>ESTILO NATURAL (ESTI)</b>	0) No determinado
5) Producción de madera (m <sup>3</sup> /ha año)	<b>SUBESTILO (SUES)</b>	<b>12) ESTILO INDUSTRIAL (ESTI)</b>
6) Producción de pasto (ton MS/ha año)	1) Parque nacional	<b>SUBESTILO (SUES)</b>
7) Producción vegetal para el consumo humano (qq./ha año)	2) Monumento Natural	1) Agroindustria
8) Producción de carne (Kg. de P.V./ha año)	3) Reserva científica	2) Packing
9) Producción de lana (Kg./ha año)	4) Refugio o santuario fauna	3) Manufacturera
10) Producción de leche (Kg./ha año)	5) Reserva de recurso	4) Casa habitación
11) Producción de compuestos orgánicos naturales para la industria (qq./ha año)	6) Bosque nacional	0) No determinado
12) Producción de frutos naturales (qq./ha año)	7) Río nacional	<b>COBERTURA (COBE)</b>
13) Producción de mantillo (m <sup>3</sup> /ha año)	8) Ruta paisajística	1) Selva
14) Recreación (días-hombre/ha año)	9) Área de protección	2) Bosque
15) Modificación del hábitat (clase)	10) Servidumbre	3) Sabana arbustiva
16) Hacer deporte (días-hombre/ha año)	11) Parque natural	4) Matorral
17) Educar (clase)	0) No determinado	5) Estepa arbustiva
18) Manufacturar y envasar (ton/año)	8) <b>ESTILO RECOLECTOR (ESTI)</b>	6) Pastura
19) Transportar y trasladar	<b>SUBESTILO (SUES)</b>	7) Pradera
20) Almacenar	1) Talar	8) Rastrojera
21) Extracción de suelo o subsuelo	2) Captura con red	9) Cultivo anual
22) Información (clase)	3) Explosivos	10) Cultivo frutal
23) Servicios generales (clase)	4) Casa	11) Cultivo forestal
24) Habitar (personas)	5) Pastoreo	12) Líquenes y musgos
0)No determinado	6) Raspar	13) Descubierto
<b>PROPOSITO DE USO 2 (PUSO 2)</b>	7) Cavar	14) Herbácea flotante
1) Producción de agua (m <sup>3</sup> /ha)	8) Trampeo	15) Pajonal emergente
2) Producción de energía	0)No determinado	16) Herbácea cespitosa
3) Producción de fauna silvestre, caza y pesca (Kg./ha año)	9) <b>ESTILO NATURALISTA (ESTI)</b>	17) Parque, jardín
4) Producción de leña, carbón y corteza (Kg./ha año)	<b>SUBESTILO (SUES)</b>	18) Construcciones
5) Producción de madera (m <sup>3</sup> /ha año)	1) Pastoreo controlado de praderas	19) Cultivo herbáceo perenne
6) Producción de pasto (ton MS/ha año)	2) Pastoreo y tala controlada (dehesa)	0)No determinado
	3) Tala controlada (silvicultura)	<b>FERTILIDAD (FERT)</b>
	4) Pastoreo controlado de praderas, plantación forestal intercalada	1) Nula

- 2) Baja
- 3) Regular
- 4) Alta
- 5) Muy alta
- 6) Levemente excesiva (tóxica)
- 7) Medianamente excesiva (tóxica)
- 8) Fuertemente excesiva (tóxica)
- 0) No determinado

**AGUA (AGUA)**

- 1) Sin riego, déficit hídrico máximo
- 2) Riego ocasional, déficit hídrico fuerte
- 3) Riego regular, semi riego, déficit hídrico medio
- 4) Riego alto, déficit hídrico débil
- 5) Riego bueno, sin déficit
- 6) Levemente anegado
- 7) Regularmente anegado
- 8) Fuertemente anegado
- 0) No determinado

**PROTECCIÓN (PROT)**

- 1) Sin protección, ataque intenso
- 2) Escasa protección, ataque fuerte
- 3) Protección media, ataque medio
- 4) Protección buena, ataque leve
- 5) Protección excelente, sin ataque
- 6) Protección levemente excesiva, daño leve debido a protección
- 7) Protección medianamente excesiva, daño medio
- 8) Protección fuertemente excesiva, daño fuerte
- 0) No determinado

**BIOTECNOLOGÍA (BIOT)**

- 1) Insignificante
- 2) Baja Biotecnología, información baja
- 3) Media Biotecnología, información biotecnológica media
- 4) Alta Biotecnología, información alta
- 5) Excelente Biotecnología, información excelente
- 6) Biotecnología levemente excesiva

- 7) Biotecnología medianamente excesiva
- 8) Biotecnología fuertemente excesiva
- 0) No determinado

**CUIDADOS (CUID)**

- 1) Muy pobre
- 2) Pobre
- 3) Regular
- 4) Bueno
- 5) Excelente
- 6) Levemente excesivo
- 7) Medianamente excesivo
- 8) Fuertemente excesivo
- 0) No determinado

**CONDICIÓN (COND)**

- 1) Excelente
- 1) Buena
- 2) Regular
- 3) Pobre
- 4) Muy pobre
- 0) No determinada

