

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**Departamento Silvicultura**



**CARACTERIZACION DE PLANTAS DE *Quillaja saponaria* Mol.**  
**PROVENIENTES DE SEMILLAS DE DISTINTAS**  
**PROCEDENCIAS DE LA OCTAVA REGION**

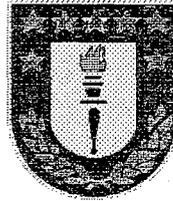
Por

**DANIEL ALBERTO VIEL LANDEROS**

**MEMORIA PARA OPTAR  
AL TITULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO FORESTAL**

**CONCEPCION - CHILE**  
1999

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**Departamento Silvicultura**



CARACTERIZACION DE PLANTAS DE *Quillaja saponaria* Mol.  
PROVENIENTES DE SEMILLAS DE DISTINTAS  
PROCEDENCIAS DE LA OCTAVA REGION.

Por

DANIEL ALBERTO VIEL LANDEROS

MEMORIA PARA OPTAR  
AL TITULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO FORESTAL

CONCEPCION - CHILE  
1999

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**Departamento Silvicultura**

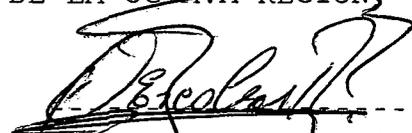
CARACTERIZACION DE PLANTAS DE *Quillaja saponaria* Mol.  
PROVENIENTES DE SEMILLAS DE DISTINTAS  
PROCEDENCIAS DE LA OCTAVA REGION.

MEMORIA PARA OPTAR  
AL TITULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO FORESTAL

CONCEPCION - CHILE  
1999

CARACTERIZACION DE PLANTAS DE Quillaja saponaria Mol. PROVENIENTES DE SEMILLAS DE DISTINTAS PROCEDENCIAS DE LA OCTAVA REGION

Profesor Asesor

  
-----  
René Escobar Rodríguez  
Profesor Asociado  
Técnico Forestal

Profesor Asesor

  
-----  
Manuel Sánchez Olate  
Profesor Asistente  
Ingeniero Forestal, Dr.

Director Departamento

  
-----  
Manuel Sánchez Olate  
Profesor Asistente  
Ingeniero Forestal, Dr.

Decano Facultad de Ciencias Forestales

  
-----  
Fernando Drake Aranda  
Profesor Asociado  
Ingeniero Forestal

Calificación de la memoria de título:

René Escobar R. : ochenta y cinco puntos

Manuel Sánchez O. : ochenta y cinco puntos

A DIOS  
A MI FAMILIA

## INDICE DE MATERIAS

CAPITULOS	PAGINA
I    INTRODUCCION.....	1
II   MATERIAL Y METODO.....	5
2.1      Ubicación del Estudio.....	5
2.2      Procedencia de la Semilla.....	5
2.3      Metodología.....	6
2.4      Evaluación.....	8
2.5      Análisis de datos.....	9
III  RESULTADOS Y DISCUSION.....	10
3.1      Variables Morfológicas.....	10
3.1.1    Peso Seco de las Raíces Secundarias.....	10
3.1.2    Peso Seco de la Raíz Principal.....	11
3.1.3    Peso Seco del Tallo.....	11
3.1.4    Peso Seco Total.....	11
3.1.5    Diámetro de cuello.....	12
3.1.6    Altura de Planta.....	13
3.1.7    Número de Hojas.....	14
3.1.8    Razón Diámetro de cuello - Altura de la Planta.....	15
IV   CONCLUSIONES.....	17
V    RESUMEN.....	18
VI   SUMMARY.....	19
VII  BIBLIOGRAFIA.....	20
VIII APENDICE.....	24

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°		PAGINA
	<u>En el texto</u>	
1	Atributos Materiales y de Comportamiento usados en la evaluación de la Calidad de las Plantas.....	3
	<u>En Apéndice 1</u>	
1 A	Histograma Categorizado para la Variable Peso Seco de las Raíces Secundarias.....	25

## INDICE DE TABLAS

TABLA N°		PAGINA
	<u>En el texto</u>	
1	Características Generales para cada uno de los lugares de recolección de semillas.....	5
2	Resultados de la Evaluación Final de las Plantas.....	10
3	Resultados de la Evaluación Final de las Plantas.....	13
4	Resultados de la Evaluación Final de las Plantas.....	14
	<u>En Apéndice 1</u>	
1 A	Prueba de Homogeneidad de Varianza.....	25
2 A	Análisis de Varianza (ANDEVA) para la Variable Peso Seco de las Raíces Secundarias.....	26
3 A	Comparaciones Múltiples. Prueba de Mayor Diferencia Significativa de Tukey.....	26
	<u>En Apéndice 2</u>	
4 A	Test de Kruskal-Wallis. Análisis de Varianza para el Peso Seco de la Raíz Principal.....	28
5 A	Comparaciones Múltiples. Prueba de Diferencias de Medianas U Mann & Whitney para el Peso Seco de la Raíz Principal.....	28

En Apéndice 3

- 6 A Test de Kruskal-Wallis.  
Análisis de Varianza para el  
Peso Seco del Tallo.....30
- 7 A Comparaciones Múltiples. Prueba de  
Diferencias de Medianas U Mann & Whitney  
para el Peso Seco del Tallo.....30

En Apéndice 4

- 8 A Test de Kruskal-Wallis.  
Análisis de Varianza para  
el Peso Seco Total.....32
- 9 A Comparaciones Múltiples. Prueba de  
Diferencias de Medianas U Mann & Whitney  
para el Peso Seco Total.....32

En Apéndice 5

- 10 A Test de Kruskal-Wallis.  
Análisis de Varianza para el  
Diámetro de cuello.....34
- 11 A Comparaciones Múltiples. Prueba de  
Diferencias de Medianas U Mann & Whitney  
para el Diámetro de cuello.....34

En Apéndice 6

- 12 A Test de Kruskal-Wallis.  
Análisis de Varianza para  
la Altura de Planta.....36
- 13 A Comparaciones Múltiples. Prueba de  
Diferencias de Medianas U Mann & Whitney  
para la Altura de Planta.....36

En Apéndice 7

- 14 A Test de Kruskal-Wallis.  
Análisis de Varianza para  
el Número de hojas.....38
- 15 A Comparaciones Múltiples. Prueba de  
Diferencias de Medianas U Mann & Whitney  
para el Número de hojas.....38

En Apéndice 8

- 16 A Test de Kruskal-Wallis.  
Análisis de Varianza para la  
Razón Diámetro / Altura.....40
- 17 A Comparaciones Múltiples. Prueba de  
Diferencias de Medianas U Mann & Whitney  
para la Razón Diámetro-Altura.....40

## I INTRODUCCION

De las especies nativas que existen en la zona central del país, una de las de mayor importancia económica es el Quillay ( *Quillaja saponaria* Mol.). Esto debido a la gran variedad de productos que se obtienen de este árbol, destacando su corteza rica en saponina. Estas saponinas son extraídas y se usan como detergentes en la industria textil, sustituto del jabón, productor de espumas en las bebidas, encolados, cosméticos, agente emulsionante de grasas y aceites, protector de suspensiones coloidales, dentífricos y reveladores fotográficos (Neuenschwander, 1965). Además, la madera de Quillay se utiliza en implementos agrícolas, astillas y carbón, ya que ésta es de muy buena calidad. Como especie melífera, es ampliamente reconocida, lo que permite una fuerte explotación apícola (Vita, 1974).

El Quillay posee una amplia distribución, ya que según Donoso (1983), se encuentra entre Coquimbo y Malleco, tanto en las cordilleras como en el valle central.

En el éxito de la forestación interactúan diversos factores, entre los cuales destacan: el método de regeneración, la especie, el sitio, y el método de plantación, pero el factor preponderante es la condición fisiológica y morfológica de las plantas a establecer (Duryea y McClain, 1984).

Algunas plantas sobreviven y prosperan aún en sitios difíciles, mientras otras mueren después de ser plantadas o permanecen latentes después de varios años. Esta diferencia en el comportamiento, refleja diferencias en cualidades o atributos de las plantas que, colectivamente, han sido

acuñadas bajo la denominación de "calidad de planta" (Ritchie, 1984; Mexal y Landis, 1990).

Una forma de enfrentar este problema es por medio de programas de reforestación por lo que es necesario, entre otras condiciones, conocer las características morfológicas de las plantas a utilizar en la repoblación.

Para los propósitos específicos de la reforestación, el concepto de "calidad de planta" puede definirse, como aquellos atributos necesarios de una planta para que ésta sobreviva y crezca a las más altas tasas, en un sitio determinado (Escobar, 1994). La calidad de las plantas, por lo tanto, la determina el comportamiento en terreno, el que está regulado por factores inherentes a las plantas mismas (atributos), a las condiciones relacionadas con el trato que reciban las plantas entre la cosecha y el establecimiento y, además, a las características del sitio (Duryea, 1984; Escobar, 1994; Ritchie, 1984).

Al respecto, varios autores citados por Montero (1987), señalan que la calidad de las plantas se determina en base a aquellas características que elevan las posibilidades de supervivencia y crecimiento en una zona específica.

Ritchie (1984), organizó la evaluación de la calidad de las plantas, bajo la medida de dos categorías de atributos: atributos de comportamiento y atributos materiales (Figura 1).

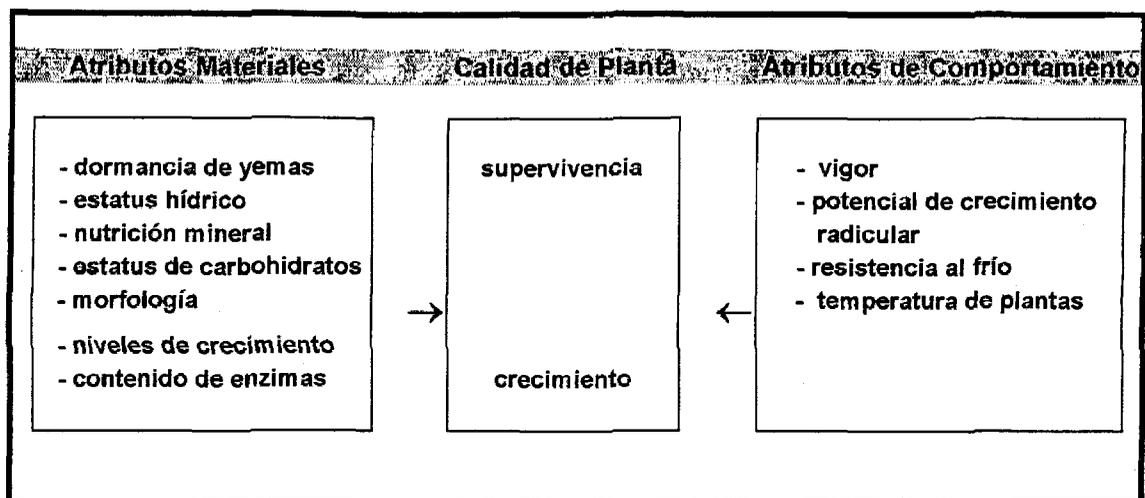


Figura 1. Atributos materiales y de comportamiento usados en la evaluación de la calidad de las plantas (adaptada de Ritchie, 1984).

No hay características rígidamente predeterminadas para cada especie ya que el éxito de la plantación depende tanto del sitio como de la procedencia y los tratamientos recibidos por las plantas en vivero.

El término Procedencia, en Dasonomía, se refiere a una localidad particular donde viven unos árboles o al lugar de origen de unas semillas o árboles (Callahan, 1964; Burley, 1969).

La Procedencia puede referirse a árboles nativos o plantados de aquella localidad. Por definición, y algo por el uso, la procedencia puede referirse también a un árbol reproductor individual (Callahan, 1964).

La información sobre Procedencia es importante para asegurar orígenes de semillas que den árboles bien adaptados o productivos y para dirigir la formación de

híbridos que se adapten a sitios particulares (Callaham, 1964).

La elección del origen de la semilla es uno de los elementos principales en el éxito y productividad de las plantaciones y los estudios de Procedencia, asociados con investigaciones biosistemáticas, proporcionan bases sólidas en la determinación del origen idóneo (Callaham, 1964).

Investigaciones realizadas indican que la procedencia de semillas es de importancia en el desarrollo ya que incide en algunas de las características morfológicas de las plantas. Es así como se han encontrado diferencias significativas para el crecimiento, tanto de raíces como de la parte aérea (Rocuant, 1970), número de hojas (Orellana y Fischer, 1976), diámetro de cuello y pesos secos (Landaeta, 1981).

El presente estudio analiza atributos morfológicos en plantas de *Quillaja saponaria* Mol. provenientes de semillas de distintas procedencias de la octava región, permitiendo sugerir la recolección de una semilla determinada y recomendar su posterior manejo en la producción de plantas de Quillay para un sitio determinado.

## II MATERIAL Y METODO

### 2.1 Ubicación del Estudio.

El estudio se realizó en una primera etapa (preparación del sustrato, siembra, tratamientos) en un terreno bajo sombra ubicado en Coelemu. En su segunda etapa (mediciones), se ocuparon las instalaciones del Laboratorio de Semillas y Plantas del Departamento de Silvicultura de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción.

### 2.2 Procedencia de la Semilla.

La semilla de *Quillaja saponaria* Mol. utilizada en el estudio, fue facilitada por Salazar (1998), quien realizó un estudio de caracterización de las mismas. Las semillas pertenecen a las localidades de Antuco, Coelemu, Ralco y Tucapel.

TABLA 1. Características generales para cada uno de los lugares de recolección de semilla.

Procedencia	Lat.	Long.	Pluviometría media anual (mm)	Altitud (msnm)	Serie de Suelo
Antuco	3720	7142	1407,6	650	Coreo
Coelemu	3629	7242	320,9	60	Cauquenes
Ralco	3753	7137	3434,9	750	Sta. Bárbara
Tucapel	3717	7157	1487,8	280	Arenales

\* Fuente: Parada (1976).

### 2.3 Metodología.

Las plantas fueron producidas a 30 cm sobre el nivel del suelo, para lo cual se confeccionaron mesones que sostenían las bolsas de las distintas procedencias. Estos mesones se acomodaron en un terreno bajo sombra, para no tener problemas con el calentamiento del material empleado.

El sustrato utilizado consistió en una mezcla de corteza de pino y arena, en una proporción de 9:1 (90% de corteza de pino y 10% de arena fina). Para hacer esta mezcla, la corteza de pino se pasó por un tamiz de 2 mm de diámetro y la arena, con el mismo procedimiento, se mezcló con la corteza de pino. Todas las bolsas (340 bolsas para cada procedencia) fueron perforadas en su tercio inferior, facilitando el drenaje del agua.

La semilla fue calibrada ( $> 3\text{mm}$ ), por lo que no hubo necesidad de hacer variaciones en la profundidad de siembra. Antes de sembrar, las semillas de todas las procedencias, en forma individual, se imbibieron en una solución de 100 ppm de ácido giberélico, por 6 horas.

La siembra se efectuó el 03 de Enero de 1998 para las procedencias de Antuco y Ralco, y el 04 de Enero para Coelemu y Tucapel.

Salazar (1998), señala que el proceso de germinación para esta especie se desarrolla en un rango de 10 a 30°C y se inhibe a 35°C. Encontrando que la mayor germinación se produce entre los 15 y 16°C.

Después de llenar las bolsas con el sustrato (bolsas de 20 cm de largo por 8 cm de ancho, con un diámetro aproximado de 5.5 cm), se depositaron 3 semillas por bolsa a una profundidad homogénea. Según lo establecido por Grady (1981), citado por González (1996).

Una vez producida la emergencia y cuando las plántulas tenían sus primeros pares de hojas, se efectuó un raleo en las bolsas donde germinó más de una semilla. En aquellas cavidades en que no hubo germinación, se procedió a remover la porción superior del sustrato para eliminar la semilla y posteriormente plantar la cavidad con las plantitas que se obtuvieron de los raleos.

El control de malezas se realizó en forma manual y fue permanente, con el fin de mantener el ensayo limpio de vegetación competitiva.

A todas las bolsas se les aplicó el mismo esquema de riego, dependiendo del estado fisiológico de las plantas:

- **Etapa de siembra:** alta frecuencia y bajo volumen de agua (gota fina); por unos 6 días hasta las primeras señales de germinación de la semilla. La idea es mantener siempre el sustrato húmedo en los primeros milímetros de profundidad.
- **Etapa de pre-emergencia:** alta frecuencia y volumen moderado de agua, manteniendo la gota fina hasta la emergencia total de la planta.
- **Etapa de post-emergencia:** volumen relativamente alto de agua; con un incremento en el volumen de agua y una

disminución de la frecuencia de riego a medida que las plantas iban creciendo.

El esquema de fertilización consistió en un complejo nutritivo diluido en 80 litros de agua, el cual fue aplicado tres veces por semana hasta el término del producto, aproximadamente unas dos semanas. Los fertilizantes ocupados y sus dosis fueron las siguientes:

- Urea : 260 g.
- Sulfato Cálxico : 10 g.
- Sulfato magnesio : 10 g.
- Potasio de cloruro : 60 g.
- Acido fosfórico : 92 cm<sup>3</sup>

#### 2.4 Evaluación.

Terminado el proceso de producción de plantas, se extrajeron aleatoriamente 70 de ellas en cada procedencia. Después del traslado de las plantas al Laboratorio, se procedió a lavar el sistema radicular de cada una de las plantas, eliminando, en forma muy cuidadosa el sustrato, de modo de no dañar o perder parte de esta estructura. Luego se midió la altura del tallo, el diámetro de cuello y el número de hojas de todas las plantas (medición inicial); llevando un registro, de tal manera que cada planta quedara plenamente identificada. Para las mediciones de peso seco, la planta se introdujo al horno a 75°C con circulación de aire, en una bolsa de papel, durante 24 horas, tiempo en que el peso seco es constante.

Se evaluaron las siguientes características morfológicas:

- altura del tallo
- diámetro de cuello
- número de hojas
- peso seco del tallo
- peso seco raíz primaria
- peso seco raíz secundaria

Las mediciones de las distintas variables se realizaron con la siguiente precisión: la altura con 0.5 cm, el diámetro con 0.1 mm y el peso con precisión de 0.01 g.

## **2.5 Análisis de datos.**

Los datos obtenidos se analizaron de acuerdo a un diseño unifactorial completamente al azar. Para el análisis de los datos, se utilizó el Software StatisticaGraph. Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANDEVA) para determinar los efectos principales de las variables en estudio. Se comprobó la normalidad de los datos mediante una prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov. Cuando se produjeron diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ), éstas se identificaron a través del Test de Tukey para comparaciones múltiples. Para las variables que presentaron una prueba ANDEVA no paramétrica, pues presentan falta de ajuste hacia la normal o bien los tratamientos no son homogéneos, haremos uso de la prueba de Kruskal-Wallis. Para efecto de las comparaciones múltiples usaremos la prueba de U Mann & Whitney.

### III RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 Variables Morfológicas.

##### 3.1.1 Peso Seco Raíces Secundarias.

La evaluación final de las plantas (Tabla 2), muestra que el mayor peso seco de las raíces secundarias lo tienen las plantas provenientes de Coelemu, el cual logra diferencia significativa con las plantas provenientes de Antuco con un 45%. La diferencia con Ralco y Tucapel no es significativa, puesto que no alcanza significancia (Ver Apéndice 1).

Tabla 2. Resultados de la evaluación final de las plantas.

Procedencia	Peso Seco (g)			
	Raíz Secundaria	Raíz Principal	Tallo	Total
Antuco	0,084 b	0,050 a	0,340 a	0,46 a
Coelemu	0,152 a	0,060 b	0,480 b	0,70 bc
Ralco	0,133 a	0,060 b	0,440 ab	0,62 cb
Tucapel	0,146 a	0,045 a	0,525 c	0,71 b

Dentro de cada columna valores con letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p=0.05$ )

Los valores pequeños obtenidos en el peso seco de las raíces secundarias concuerda con lo descrito por McDonald (1986), citado por González (1996) en cuanto a que la producción de plantas en recipientes entrega una planta pequeña con el sistema radicular retenido, formando una masa con el medio de crecimiento. El término "Plantas Plug" resulta del hecho que las raíces se enlazan con el sustrato en una masa o tapón relativamente firme (Landis et al., 1990, citado por González, 1996).

### **3.1.2 Peso Seco Raíz Principal.**

Analizando los resultados obtenidos (Apéndice 2), se puede asegurar que existen diferencias significativas con 95% de confianza para el Peso Seco de la Raíz Principal.

Tucapel presenta el menor valor mediano (0,045 g), pero estadísticamente no fue distinto a Antuco; presentando con Coelemu y Ralco un porcentaje de 25% de diferencia (Tabla 2). La diferencia encontrada entre Coelemu y Ralco está principalmente originada en los máximos, es decir, existe un mayor rango de distribución.

### **3.1.3 Peso Seco del Tallo.**

Existieron diferencias significativas con 95% de confianza en el Peso Seco del Tallo de las procedencias (Apéndice 3).

El peso seco del tallo representa una tendencia a relacionarse con el diámetro de cuello; puesto que las plantas con mayor diámetro producen una mayor biomasa seca aérea. La procedencia Tucapel presentó un mayor peso seco del tallo (0,5250 g), con diferencia significativa con el resto de las procedencias, seguido de Coelemu con 0,48g. lo que representa un 8,5% menos (Tabla 2).

### **3.1.4 Peso Seco Total.**

El peso seco total de las plantas provenientes de Tucapel presentan el mayor valor de peso seco total (0,710g), siendo significativamente igual a Coelemu (0,700g), pero Antuco presentó diferencia estadística con las procedencias restantes (Tabla 2). Coelemu y Ralco presentaron una diferencia no significativa (Apéndice 4).

Respecto de esta característica algunos autores coinciden en la influencia que la época de siembra tiene sobre el peso total de la planta. Wiber (1991) trabajando con plantas de quillay obtuvo valores más altos para semillas sembradas en julio (1,73g), mientras que en plantas provenientes de siembras más tardías (octubre) obtuvo valores inferiores (0,8g); concordando con los estudios de Muñoz y Pérez (1981) en espino (*Acacia caven*) y algarrobo (*Prosopis chilensis*).

El peso seco aéreo tiene una fuerte incidencia en el peso seco total ya que el peso seco radicular es muy pequeño respecto al peso seco total de la planta (González, 1996).

Del análisis de los pesos secos de plantas se desprende que dentro de cada procedencia existe una relación directa entre diámetro de cuello, peso seco radicular, peso seco del tallo y peso seco total.

### **3.1.5 Diámetro de cuello.**

Con respecto al diámetro de cuello (Tabla 3), los resultados muestran que el mayor diámetro lo presentan las procedencias de Tucapel con 2,6 mm y Coelemu con 2,35 mm respectivamente, lo que representa una diferencia de 9,6%; siendo significativamente más gruesas que las plantas de Antuco y Ralco (Apéndice 5), indicando un mayor vigor de las plantas, concordando con el vigor de las semillas (Salazar, 1998).

Tabla 3. Resultados de la evaluación final de las plantas.

Procedencia	Diámetro de cuello (mm)	Altura de planta (cm)
Antuco	2,00 a	11,05 a
Coelemu	2,35 b	13,65 b
Ralco	2,20 c	14,80 b
Tucapel	2,60 bd	14,25 b

Dentro de cada columna valores con letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p=0.05$ )

La variabilidad de los datos es mayor en las procedencias de Antuco y Ralco. Entre Coelemu y Tucapel, la diferencia radica principalmente en la posición de la mediana entre la suma de rangos.

### 3.1.6 Altura de Planta.

Para un nivel de confianza de 95% existieron diferencias altamente significativas en la altura de las plantas de las procedencias (Apéndice 6).

La altura de las plantas provenientes de Ralco presentan la mayor altura (14,8 cm), siendo similar a Tucapel (14,25 cm) y a Coelemu (13,65 cm), pero Antuco (11,05 cm) fue significativamente diferente a las tres procedencias anteriores (Tabla 3).

Wiber (1991), trabajando con plantas de Quillay, determinó que mientras más tarde era la siembra, menor era el crecimiento en altura de las plantas. Plantas provenientes de siembras en junio presentaron alturas de 21 cm aproximadamente.

Hawley y Smith, (1980) citados por Muñoz y Pérez, (1981) señalan que las plantas de latifoliadas deben tener una altura mínima de 20 cm para poder ser plantadas en terreno, pero Vita (1990), realizó ensayos en la cuarta región donde utilizó plantas de Quillay de alturas que variaron entre los 4,06 y 23 cm, obteniendo buenos resultados de supervivencia.

### 3.1.7 Número de Hojas.

Aún cuando el número de hojas es muy variable, se consideró necesario estudiarlo puesto que se relaciona tanto con la capacidad fotosintética de las plantas como con el área de transpiración, ambas en cierta medida relacionada con la altura de las plantas (Thompson, 1985; Grossnickle y Folk, 1993).

De las procedencias analizadas (Tabla 4), Coelemu presenta el mayor número de hojas (19 hojas), siendo significativamente distinto a Antuco (11 hojas), Ralco (16 hojas), y similar con Tucapel (18 hojas).

Tabla 4. Resultados de la evaluación final de las plantas.

Procedencia	Número de Hojas	Relación diámetro / altura
Antuco	11 a	0,182 a
Coelemu	19 b	0,173 a
Ralco	16 c	0,158 b
Tucapel	18 bd	0,168 a

Dentro de cada columna valores con letras iguales no presentan diferencias significativas ( $p=0.05$ )

### 3.1.8 Razón Diámetro de cuello / Altura de la Planta.

Analizando los resultados obtenidos (Tabla 4) se puede asegurar que existen diferencias significativas para la relación diámetro de cuello/altura de las plantas entre las distintas procedencias de Quillay.

Generalmente se requiere una relación diámetro de cuello altura de la planta lo más estrecha posible, porque así la planta logra mayor resistencia a la falta de agua y elevada supervivencia en una amplia gama de lugares (Escobar, 1987). Continuando con esta aseveración, Ralco es la que presenta la menor razón diámetro-altura de la planta (son más altas y delgadas), siendo significativamente distintas al resto de las procedencias.

Considerando todas las variables medidas en este trabajo, para determinar calidad de las plantas, se puede establecer que la mejor procedencia fue Tucapel, ya que presentó mayores valores en cuanto a parámetros de calidad de planta. Coelemu tuvo valores muy similares a la procedencia antes mencionada, sin embargo Ralco y Antuco fueron notoriamente inferior, principalmente Antuco. Esto confirma lo señalado por Limstrom (1965) que el origen de las semillas influye en el crecimiento y calidad de los árboles. Sería interesante investigar si esto es consecuencia de la anualidad de las semillas o es una característica de la procedencia. Al respecto, a esto Orellana y Fischer (1976) señalan que la variación no es de tipo clinal, no está por lo menos relacionada con alguna gradiente climática. La variación sería ecotípica, es decir, que cada una de las procedencias estaría respondiendo en forma local a las variaciones del hábitat.

Es posible que al realizar ensayos en vivero con condiciones ambientales distintas, manteniendo bien hechas las labores culturales, se obtengan respuestas de las procedencias también distintas; pues los resultados de esta memoria son sólo aplicables a las condiciones ambientales existentes en Coelemu.

#### IV CONCLUSIONES

- No existe efecto de la procedencia sobre el diámetro de cuello, peso seco radicular, peso seco del tallo y peso seco total.
- No existe relación entre altura de la planta y número de hojas por planta.
- Cada una de las procedencias responde en forma local a las variaciones del hábitat, demostrado por sus atributos morfológicos.
- Investigaciones posteriores a ésta, podrán determinar diferencias en el comportamiento de las plantas en terreno.

## V RESUMEN

La semilla de *Quillaja saponaria* Mol., utilizada en este estudio, de cuatro procedencias de la VIII Región, cada una de éstas con distintas características edafoclimáticas son Antuco, Coelemu, Ralco y Tucapel.

Las semillas fueron sembradas en bolsas de polietileno (340 bolsas para cada procedencia) que contenían un sustrato elaborado con corteza de pino y arena fina. A todas las bolsas se les aplicó el mismo esquema de riego y fertilización, con el objeto de determinar el efecto de la Procedencia de producir plantas de buena calidad.

Considerando todas las variables medidas en este trabajo, para determinar calidad de las plantas, se puede establecer que la mejor procedencia fue Tucapel, ya que presentó mayores valores en cuanto a parámetros de calidad de planta. Coelemu tuvo valores muy similares a la procedencia antes mencionada, sin embargo Ralco y Antuco fueron notoriamente inferior, principalmente Antuco.

## VI SUMMARY

The seed of *Quillaja saponaria* Mol. used in this work have been taken from four sources of the VIII Region. Each one of them have different edafoclimates characteristics and they are Antuco, Coelemu, Ralco and Tucape.

The seeds were sown in polietilene bags (340 bags for each source). They contained a substrate elaborated with bark of pine tree and fine sand. The same way of watering and fertitization were applied to all the bags in order to determinate the effect of the source for producing good quality plants.

Considering all the variations measured in this work to determinate the quality of the plants, we can stablish that the best source was Tucape, because it presented higher values in regard to the comparison of the quality of the plants. Coelemu had very alike values to the source mentioned above, nevertheless Ralco and Antuco were obviously inferior, Antuco principally.

**VII BIBLIOGRAFIA**

1. Burley, J. 1969. Metodología de los Ensayos de Procedencia de Especies Forestales. Unasylya 23: 24-28.
2. Callaham, R.Z. 1964. Investigación de Procedencias: Estudio de la Diversidad Genética asociada a la Geografía. Unasylya 18 : 40-48.
3. Donoso, Z. C. 1983. Arboles nativos de Chile. CONAF . Valdivia, Chile.
4. Duryea, M.L. 1984. Nursery Cultural Practices: Impacts on seedling quality. In: M.L.Duryea and Landis (De.) Forest Nursery Manual. Martinus Nijhoff/Dr. W.Junk Publishers. The Hague, USA.
5. Duryea, M.L. and K.M. McClain. 1984. Attering seedling physiology to improve reforestation success, pp. 77-114.
6. Escobar, R. 1987. Efecto de la profundidad de siembra y calibre de semilla de pino radiata en la velocidad de emergencia y atributos morfológicos de las plantas. Informe de resultados, Forestal Río Vergara S.A. Univ. de Concepción. Fac. de Cs. Agrop. y For. Depto. Cs. For. Chillán, Chile.
7. Escobar, R. 1994. La Planta ideal. Silvotecnica IV, "Producción de Plantas ". Forestal Mininco S.A., Fundación Chile. Concepción.

8. González, M.F. 1996. Efectos del tipo de contenedor en distintos atributos morfológicos en plantas de *Eucalyptus globulus* Labill. Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Concepción, Chile.
9. Grossnickle, S.C. and R.S. Folk. 1993. Stock quality assessment : Forecasting Survival or Performance on a Reforestation Site. Tree Planter's Notes , 44 (3) : 113-121.
10. Landaeta, S.E. 1981. Estudio de las semillas y plantas de vivero para cuatro procedencias de *Nothofagus alessandri* Espinosa. Tesis de Grado. Universidad de Chile . Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile.
11. Limstrom, G. 1965. Interim forest tree improvement guides for the Central States. U.S.D.A., Forest Service. Research. Paper C-12.
12. Mexal, J.G. and T.D. Landis. 1990. Target seedling concepts: height and diameter. pp 17-35. In Target Seedling Symposium : Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations. USDA . For. Serv. Gen. Tech. Rep. RM-200, Roseburg, Oregon. 286p.
13. Montero, E. 1987. Principales factores que intervienen en el desarrollo de las plantas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. en vivero. Tesis de Grado. Ing. Forestal, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 127 p.

14. Muñoz, A. y Perez, A. 1981. Factores que influyen en la producción de plantas de *Acacia caven* (Mol.) Hooket y *Prosopis tamarugo* (Mol.) Stuntz. Tesis de Grado. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 137 p.
15. Neuenschwander, A. 1965. Contribución al estudio anatómico de la corteza de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) y recomendaciones sobre su explotación. Tesis Ing. For. Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. Santiago, Chile.
16. Orellana, L. y E. Fischer H. 1976. Comportamiento de las semillas de *Quillaja saponaria* Mol. de diversas procedencias. Tesis de Grado. Universidad de Concepción Esc. Técnicos Forestales. Los Angeles. Chile.
17. Parada, M. 1976. "Pluvometría de Chile, trazado de isoyetas sector Maule-Itata". Corfo. División de recursos hídricos.
18. Ritchie, G. 1984. Assessing Seedling Quality. pp 243-259. In : M.L. Duryea and T.D. Landis (De). Forest Nursery Manual : Production of Bareroot Seddlings. Martinus Nijhoff/Dr.W. Junk Publishers. The Hague, U.S.A.
19. Rocuant, T.L. 1970. Reforestación. Importancia del origen de las semillas. Notas informativas N°8. Universidad de Concepción. Esc. de Agronomía, Chillán, Chile.

20. Salazar, C.A. 1998. Caracterización de Semillas de *Quillaja saponaria* Mol. para distintas Procedencias de la Octava Región. Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Concepción, Chile.
21. Thompson, B.E. 1985. Seedling Morphological Evaluation : What you can tell by looking. In : M.L. Duryea (De). Evaluating seedling quality : 1984, Oregon, USA.
22. Vita, A. 1974. Algunos antecedentes sobre la silvicultura del Quillay ( *Quillaja saponaria* Mol.). Universidad de Chile. Fac. Cs. For.. Boletín N° 28. PP.21-31.
23. Vita , A. 1990. Ensayos de reforestación con Quillay ( *Quillaja saponaria* Mol.) Illapel. IV Región . Santiago. Chile. Ciencias Forestales 6 (1) : 37-48.
24. Wiber, K.S. 1991. Factores que influyen en la germinación y producción de plantas de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). Tesis Ing. Forestal. Santiago, Universidad de Chile, Fac. de Cs Agr. y For. 133p.

## VIII APENDICE

## APENDICE 1

## Resumen

Prueba de Homogeneidad de Varianza.  
Prueba de Bondad de Ajuste  
para la variable Peso Seco  
de las Raíces Secundarias.  
Comparaciones múltiples de Tukey  
nivel de significancia al 0.05.

TABLA 1 A. Prueba de Homogeneidad de Varianza.

Hartley-F-máx	Cochran C	Chi Cuadrado	Grados de Libertad	Valor p
1,51206	0,28140	3,56185	3	0,31285

Figura 1 A. Histograma Categorizado para la Variable Peso Seco de las raíces Secundarias.

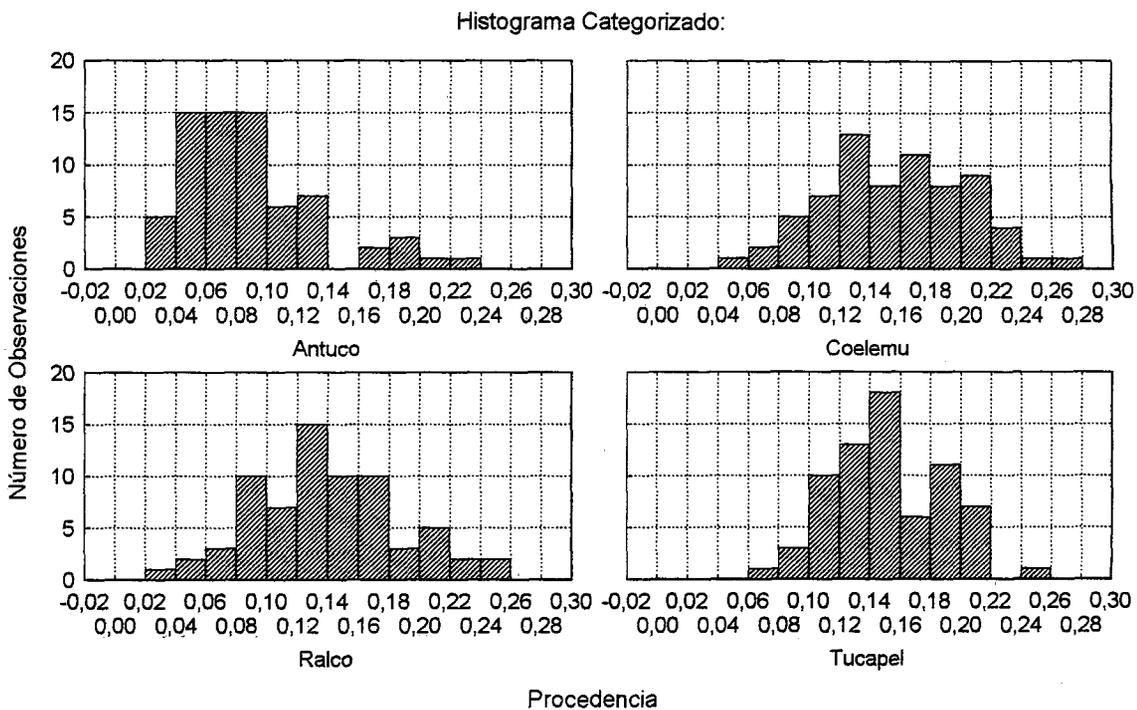


TABLA 2 A. Prueba de Bondad de Ajuste.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Razón F	Valor p
Efecto (Procedencia)	0.203110	3	0.067703	35,81073 (3,276)*	0.00000
Error	0.521801	276	0.001891		
Total	0,724911	279			

\* F tabulado

Media	Desviación Estándar	Estadístico Kolmogorov	Valor p
0,125180	0,051500	0,074232	0,091380

TABLA 3 A. COMPARACIONES MULTIPLES. PRUEBA DE MAYOR DIFERENCIA SIGNIFICATIVA DE TUKEY. NIVEL DE SIGNIFICACION AL 0.05 .

PROCEDENCIA	Antuco	Coelemu	Ralco	Tucapel
Antuco	-*	0.0000 (**)	0.0000 (**)	0.0000 (**)
Coelemu	0.0000 (**)	-*	0.0588	0.8895
Ralco	0.0000 (**)	0.0588	-*	0.2789
Tucapel	0.0000 (**)	0.8895	0.2789	-*

(\*\*) = diferencia altamente significativa. p = 0.05

## APENDICE 2

Resumen de análisis de varianza y prueba de  
diferencias de medianas U Mann & Whitney  
para la variable Peso Seco de la Raíz Principal.

TABLA 4 A. TEST DE KRUSKAL-WALLIS. ANALISIS DE VARIANZA  
TABLA ANDEVA.

Procedencia	Suma de Rangos	Rango Promedio	Media	Mediana	Desviación Estándar
Antuco	8088,00	115,543	0,0480	0,0500	0,0210
Coelemu	12467,50	178,107	0,0634	0,0600	0,0174
Ralco	10678,50	152,550	0,0577	0,0600	0,0202
Tucapel	8106,00	115,800	0,0479	0,0450	0,0190
	H (calculado)	Grados de Libertad	Valor p		
	29,8126	3	0,0000		

TABLA 5 A. COMPARACIONES MULTIPLES. PRUEBA DE DIFERENCIAS DE MEDIANAS U MANN & WHITNEY PARA EL PESO SECO DE LA RAIZ PRINCIPAL.

PROCEDENCIA	Antuco	Coelemu	Ralco	Tucapel
Antuco	-*	0,0000 (**)	0,0055(**)	0,0646
Coelemu	0,0000 (**)	-*	0,0452(*)	0,0000 (**)
Ralco	0,0055(**)	0,0452(*)	-*	0,0061(**)
Tucapel	0,0646	0,0000(**)	0,0061(**)	-*

(\*\*) = diferencia altamente significativa. p = 0.05

## APENDICE 3

Resumen de análisis de varianza y prueba de  
diferencias de medianas U Mann & Whitney  
para la variable Peso Seco del Tallo.

TABLA 6 A. TEST DE KRUSKAL-WALLIS. ANALISIS DE VARIANZA  
TABLA ANDEVA.

Procedencia	Suma de Rangos	Rango Promedio	Media	Mediana	Desviación Estandar
Antuco	6536,50	93,379	0,3854	0,3400	0,1608
Coelemu	10977,00	156,814	0,4883	0,4800	0,0892
Ralco	8861,50	126,593	0,4326	0,4400	0,1474
Tucapel	12965,00	185,214	0,5353	0,5250	0,0988
	H (calculado)	Grados de Libertad	Valor p		
	49,9576	3	0,0000		

TABLA 7 A . COMPARACIONES MULTIPLES. PRUEBA DE DIFERENCIAS DE MEDIANAS U MANN & WHITNEY PARA EL PESO SECO DEL TALLO.

PROCEDENCIA	Antuco	Coelemu	Ralco	Tucapel
Antuco	-*-	0.0000 (**)	0,0259(*)	0.0000 (**)
Coelemu	0.0000 (**)	-*-	0,0248(*)	0,0079(**)
Ralco	0,0259(*)	0,0248(*)	-*-	0,0000(**)
Tucapel	0.0000 (**)	0,0079(**)	0.0000 (**)	-*-

(\*\*) = diferencia altamente significativa. p = 0.05

## APENDICE 4

Resumen de análisis de varianza y prueba de  
diferencias de medianas U Mann & Whitney  
para la variable Peso Seco Total.

TABLA 8 A. TEST DE KRUSKAL-WALLIS. ANALISIS DE VARIANZA  
TABLA ANDEVA.

Procedencia	Suma de Rangos	Rango Promedio	Media	Mediana	Desviación Estándar
Antuco	5973.00	85.3286	0.5174	0.4600	0.2163
Coelemu	11671.00	166.7286	0.7039	0.7000	0.1280
Ralco	9304.50	132.9214	0.6240	0.6200	0.2006
Tucapel	12319.50	177.0214	0.7300	0.7100	0.1310
	H (calculado)	Grados de Libertad	Valor p		
	54.6947	3	0.0000		

TABLA 9 A. COMPARACIONES MULTIPLES. PRUEBA DE DIFERENCIAS DE MEDIANAS U MANN & WHITNEY PARA EL PESO SECO TOTAL DE LAS PLANTAS.

PROCEDENCIA	Antuco	Coelemu	Ralco	Tucapel
Antuco	-*	0.0000 (**)	0.0005 (**)	0.0000 (**)
Coelemu	0.0000 (**)	-*	0.0136 (*)	0,3906
Ralco	0.0005 (**)	0,0136 (*)	-*	0,00136 (**)
Tucapel	0.0000 (**)	0,3906	0,00136 (**)	-*

(\*\*) = diferencia altamente significativa. p = 0.05

## APENDICE 5

Resumen de análisis de varianza y prueba de  
diferencias de medianas U Mann & Whitney  
para la variable Diámetro de cuello.

TABLA 10 A. TEST DE KRUSKAL-WALLIS. ANALISIS DE VARIANZA  
TABLA ANDEVA.

Procedencia	Suma de Rangos	Rango Promedio	Media	Mediana	Desviación Estandar
Antuco	5398,00	77,114	2,0400	2,0000	0,3150
Coelemu	11605,00	165,786	2,4271	2,3500	0,3007
Ralco	8760,50	125,150	2,2600	2,2000	0,3720
Tucapel	13576,50	193,950	2,5514	2,6000	0,2775
	H (calculado)	Grados de Libertad	Valor p		
	82,7364	3	0,0000		

TABLA 11 A. COMPARACIONES MULTIPLES. PRUEBA DE DIFERENCIAS DE MEDIANAS U MANN & WHITNEY PARA EL DIAMETRO DE CUELLO.

PROCEDENCIA	Antuco	Coelemu	Ralco	Tucapel
Antuco	-*	0.0000 (**)	0.0000 (**)	0.0000 (**)
Coelemu	0.0000 (**)	-*	0,0013(**)	0,0101(*)
Ralco	0.0000 (**)	0,0013(**)	-*	0,0000(**)
Tucapel	0.0000 (**)	0,0101(*)	0,0000(**)	-*

(\*\*) = diferencia altamente significativa.  $p = 0.05$

## APENDICE 6

Resumen de análisis de varianza y prueba de  
diferencias de medianas U Mann & Whitney  
para la variable Altura de Planta.

TABLA 12 A. TEST DE KRUSKAL-WALLIS. ANALISIS DE VARIANZA  
TABLA ANDEVA.

Procedencia	Suma de Rangos	Rango Promedio	Media	Mediana	Desviación Estándar
Antuco	5577,00	79,671	11,4114	11,0500	3,0950
Coelemu	10332,00	147,600	14,0257	13,6500	1,6134
Ralco	11665,00	166,643	14,5871	14,8000	2,5111
Tucapel	11766,00	168,086	14,5157	14,2500	1,6362
	H (calculado)	Grados de Libertad	Valor p		
	55,4620	3	0,0000		

TABLA 13 A. COMPARACIONES MULTIPLES. PRUEBA DE DIFERENCIAS DE MEDIANAS U MANN & WHITNEY PARA LA ALTURA DE LAS PLANTAS.

PROCEDENCIA	Antuco	Coelemu	Ralco	Tucapel
Antuco	-*	0.0000 (**)	0.0000 (**)	0.0000 (**)
Coelemu	0.0000 (**)	-*	0,1162	0,0516
Ralco	0.0000 (**)	0,1162	-*	0,8333
Tucapel	0.0000 (**)	0,0516	0,8333	-*

(\*\*) = diferencia altamente significativa.  $p = 0.05$

## APENDICE 7

Resumen de análisis de varianza y prueba de  
diferencias de medianas U Mann & Whitney  
para la variable Número de Hojas por Planta.

TABLA 14 A. TEST DE KRUSKAL-WALLIS. ANALISIS DE VARIANZA  
TABLA ANDEVA.

Procedencia	Suma de Rangos	Rango Promedio	Media	Mediana	Desviación Estándar
Antuco	4239,00	60,557	11,9714	11	3,3056
Coelemu	13717,50	195,964	18,6429	19	2,6377
Ralco	9497,00	135,671	16,1143	16	2,7002
Tucapel	11886,50	169,807	17,4000	18	2,5390
H (calculado)		Grados de Libertad	Valor p		
110,4915		3	0,0000		

TABLA 15 A. COMPARACIONES MULTIPLES. PRUEBA DE DIFERENCIAS DE MEDIANAS U MANN & WHITNEY PARA EL NUMERO DE HOJAS.

PROCEDENCIA	Antuco	Coelemu	Ralco	Tucapel
Antuco	-*	0.0000 (a.)	0.0000 (a.)	0.0000 (a.)
Coelemu	0.0000 (a.)	-*	0.0000 (a.)	0,0167(*)
Ralco	0.0000 (a.)	0,000(a.)	-*	0,0031(a.)
Tucapel	0.0000 (a.)	0,0167(*)	0,0031(a.)	-*

(a.) = diferencia altamente significativa.  $p = 0.05$

## APENDICE 8

Resumen de análisis de varianza y prueba de diferencias de medianas U Mann & Whitney para la Razón Diámetro-Altura de la Planta.

TABLA 16 A. TEST DE KRUSKAL-WALLIS. ANALISIS DE VARIANZA  
TABLA ANDEVA.

Procedencia	Suma de Rangos	Rango Promedio	Media	Mediana	Desviación Estándar
Antuco	11834.00	169.057	0.1859	0.1822	0.0336
Coelemu	10209.50	145.850	0.1745	0.1738	0.0239
Ralco	6630.50	94.721	0.1570	0.1585	0.0230
Tucapel	10666.00	152.371	0.1775	0.1685	0.0245
H (calculado)		Grados de Libertad	Valor p		
32.8905		3	0,0000		

TABLA 17 A. COMPARACIONES MULTIPLES. PRUEBA DE DIFERENCIAS DE MEDIANAS U MANN & WHITNEY PARA LA RAZON DIAMETRO-ALTURA DE LA PLANTA.

PROCEDENCIA	Antuco	Coelemu	Ralco	Tucapel
Antuco	-*	0.0537	0.0000 (a.)	0.1756
Coelemu	0.0537	-*	0.0000 (a.)	0,6647
Ralco	0.0000 (a.)	0,0000 (a.)	-*	0,0000 (a.)
Tucapel	0.1756	0,6647	0,0000 (a.)	-*

(a.) = diferencia altamente significativa.  $p = 0.05$