

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**DEPARTAMENTO SILVICULTURA**



**CARACTERIZACION DE SEMILLAS DE *Quillaja saponaria* Mol.,  
PARA DISTINTAS PROCEDENCIAS DE LA OCTAVA REGION.**

**POR**

**CRISTIAN ALEJANDRO SALAZAR JULIEN**

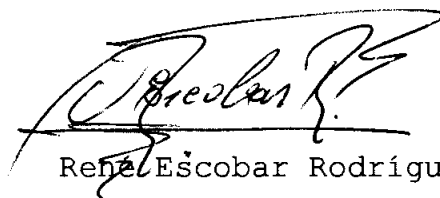
**MEMORIA PARA OPTAR  
AL TITULO DE  
INGENIERO FORESTAL.**

**CONCEPCION – CHILE**

**1998**

CARACTERIZACION DE SEMILLAS DE *Quillaja saponaria Mol.*,  
PARA DISTINTAS PROCEDENCIAS DE LA OCTAVA REGION

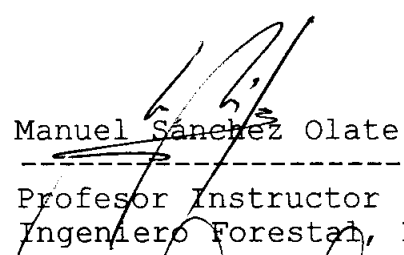
Profesor Asesor



René Escobar Rodríguez

-----  
Profesor Asociado  
Técnico Forestal.

Profesor Asesor



Manuel Sánchez Olate

-----  
Profesor Instructor  
Ingeniero Forestal, Dr.

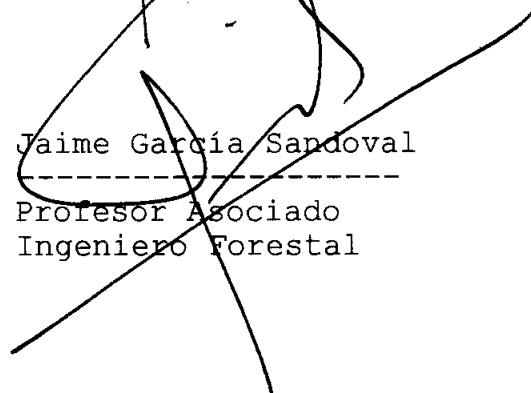
Director Departamento  
Silvicultura



Eduardo Peña Fernández

-----  
Profesor Asistente  
Ingeniero Forestal, M.Sc.

Decano Facultad de  
Ciencias Forestales



Jaime García Sandoval

-----  
Profesor Asociado  
Ingeniero Forestal

Calificación de la memoria de título:

René Escobar R. : 85 puntos

Manuel Sanchez O. : 85 puntos



A mis padres  
A mi hermana  
A don René

Gracias

**AGRADECIMIENTOS**

El autor desea expresar sus agradecimientos a las siguientes personas:

A don René Escobar Rodríguez, por su constante apoyo y orientación durante la realización de esta tesis.

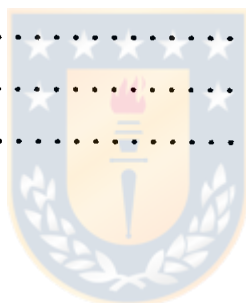
A don Manuel Sánchez Olate, por su valiosa colaboración durante el desarrollo de esta tesis.

A amigos, compañeros, profesores, auxiliares y administrativos de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción y a todas aquellas personas que participaron en su formación profesional.

## INDICE DE MATERIAS

<b>CAPITULO</b>		<b>PAGINA</b>
I	INTRODUCCION.....	1
II	MATERIAL Y METODO.....	9
	2.1 Lugar de estudio.....	9
	2.2 Procedencia de la semilla.....	9
	2.3 Caracterización de la semilla.....	10
	2.3.1 Peso de 1000 semillas y número de semillas limpias por kilogramo.....	10
	2.3.2 Calibración.....	11
	2.3.3 Viabilidad.....	11
	2.3.4 Vigor.....	12
	2.4 Pretratamiento.....	12
	2.5 Ensayo de germinación.....	12
	2.6 Comportamiento de la germinación a diferentes temperaturas.....	13
	2.6.1 Primera etapa.....	13
	2.6.2 Segunda etapa.....	13
	2.6.3 Tercera etapa.....	14
III	RESULTADOS Y DISCUSION.....	15
	3.1 Caracterización de la semilla.....	15
	3.1.1 Peso de 1000 semillas y número de semillas limpias por kilogramo para cada procedencia.....	15
	3.1.2 Participación porcentual de cada calibre en un kilogramo de semillas de cada procedencia.	16
	3.1.3 Determinación de viabilidad y vigor para cada procedencia.....	18

<b>CAPITULO</b>	<b>PAGINA</b>
3.2 Comportamiento de la germinación a diferentes temperaturas.....	19
3.2.1 Determinación de la capacidad y energía germinativa a diferentes temperaturas constantes para cada procedencia.....	19
3.2.2 Determinación de la capacidad y energía germinativa a temperaturas oscilantes para la mejor procedencia.....	25
IV CONCLUSIONES.....	28
V RESUMEN.....	29
VI SUMMARY.....	30
VII BIBLIOGRAFIA.....	31
VIII APENDICE.....	37



## INDICE DE TABLAS

TABLA N°		PAGINA
	<u>En el texto</u>	
1	Características generales para cada uno de los lugares de recolección de semilla.....	9
2	Valores medios por calibre del peso de 1000 semillas y número de semillas limpias por kilogramo, para cada procedencia.....	15
3		
4	Viabilidad y vigor obtenido para el calibre mayor, para cada procedencia.....	18
5	Capacidad y energía germinativa (%) a 15 °C de temperatura constante, para cada procedencia.....	20
6	Capacidad y energía germinativa (%) para el promedio de las cuatro procedencias, para cinco temperaturas constantes diferentes...	21
7	Capacidad y energía germinativa (%) a 16 °C de temperatura constante, para cada procedencia.....	24
8	Capacidad y energía germinativa (%) para el promedio de las cuatro procedencias, para seis temperaturas constantes diferentes....	24

## TABLA N°

## PAGINA

En el Apéndice

1 A	Resumen de análisis de varianza para capacidad germinativa en semillas de Quillay para cuatro procedencias y cinco temperaturas diferentes.....	39
2 A	Resumen test de comparaciones múltiples de Tukey para el promedio de capacidad germinativa para cada procedencia sometida a cinco temperaturas diferentes.....	39
3 A	Resumen test de comparaciones múltiples de Tukey para el promedio de capacidad germinativa de todas las procedencias sometidas a cinco temperaturas diferentes..	39
4 A	Resumen de análisis de varianza para energía germinativa en semillas de Quillay para cuatro procedencias y cinco temperaturas diferentes.....	40
5 A	Resumen test de comparaciones múltiples de Tukey para el promedio de energía germinativa para cada procedencia sometida a cinco temperaturas diferentes.....	40
6 A	Resumen test de comparaciones múltiples de Tukey para el promedio de energía	



<b>TABLA N°</b>		<b>PAGINA</b>
	germinativa de todas las procedencias sometidas a cinco temperaturas diferentes..	40
7 A	Resumen de análisis de varianza para capacidad germinativa en semillas de Quillay para cuatro procedencias y seis temperaturas diferentes.....	42
8 A	Resumen test de comparaciones múltiples de Tukey para el promedio de capacidad germinativa para cada procedencia sometida a seis temperaturas diferentes.....	42
9 A	Resumen test de comparaciones múltiples de Tukey para el promedio de capacidad germinativa de todas las procedencias sometidas a seis temperaturas diferentes...	42
10 A	Resumen de análisis de varianza para energía germinativa en semillas de Quillay para cuatro procedencias y seis temperaturas diferentes.....	43
11 A	Resumen test de comparaciones múltiples de Tukey para el promedio de energía germinativa para cada procedencia sometida a seis temperaturas diferentes.....	43
12 A	Resumen test de comparaciones múltiples de Tukey para el promedio de energía	

**FIGURA N°****PAGINA**

	germinativa de todas las procedencias sometidas a seis temperaturas diferentes...	43
13 A	Resumen de análisis de varianza para capacidad germinativa en semillas de Quillay para dos oscilaciones de temperatura.....	45
14 A	Resumen de análisis de varianza para energía germinativa en semillas de Quillay para dos oscilaciones de temperatura.....	45



**INDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURA N°</b>		<b>PAGINA</b>
	<u>En el texto</u>	
1	Participación porcentual por calibre, en un kilogramo de semillas limpias de Quillay, de cuatro procedencias.....	17
2	Comportamiento diario de la germinación de semillas de Quillay bajo 15 °C de temperatura constante, para cuatro procedencias.....	22
3	Comportamiento diario de la germinación de semillas de Quillay bajo dos temperaturas oscilantes.....	26

## I INTRODUCCION

Estudios morfológicos y fisiológicos clasifican al género Quillaja dentro de la familia Rosácea y la especie **Quillaja saponaria Mol.** es exclusivamente chilena (Donoso, 1974). Sin embargo, Bosse (1980), señala que es originaria de Chile, Perú, Bolivia y Ecuador.

El Quillay es un árbol polígamo-monoico o hermafrodita, de hasta 25 m de altura. Tronco de hasta 1 m de diámetro; corteza cenicienta, rasgada longitudinalmente. Ramitas pubescentes. Hojas perennes, simples, alternas, coriáceas, de 2-4 cm de largo y 1-2,4 cm de ancho, elípticas glabras, lustrosas, de color verde-amarillento (Rodríguez et al., 1983). Vita (1966) y Donoso (1974), señalan que esta especie puede llegar a los 30 m de altura y un diámetro de 1,5 m, en suelos profundos y frescos.

Por sus características normales de desarrollo se puede clasificar como una especie intolerante (Donoso, 1974; Rodríguez et al., 1995). Posee flores de color amarillo-verdosas, que aparecen entre octubre y enero dependiendo de la latitud, dispuestas en inflorescencias racemosas (Rodríguez et al., 1995). Su fruto es un polifolículo dispuesto en forma estrellada, que permanece seco y abierto en el árbol durante largo tiempo. Las semillas son numerosas, comprimidas, de 5-7 mm de largo y 2 mm de ancho, terminadas en una ala membranosa (Rodríguez et al., 1983).

Según Donoso (1983), se encuentra entre Coquimbo y Malleco, tanto en las cordilleras como en el valle central. Sin embargo, Rodríguez et al. (1995), señalan que la

distribución va desde la Provincia de Coquimbo hasta la Provincia de Chiloé.

Es una especie que se adapta a climas secos y cálidos, pero también se le encuentra en sitios más frescos y húmedos, incluso soporta nieves y heladas (Rodríguez et al., 1983).

Aparece en la Cordillera de la Costa como un arbolito; en el valle central y precordillera andina, alcanza altura y diámetro considerable. Es una especie adecuada para reforestar zonas de climas secos de las provincias centrales. En esta región, constituye la asociación mixta con **Acacia caven**, **Lithrea caustica**, **Trevoa trinervis**, **Schinus polygamus**, **Peumus boldus**, etc. Más al sur aparece formando bosque abierto asociado con **Peumus boldus** (Rodríguez et al., 1983).

Su madera se utiliza en implementos agrícolas, astillas y carbón, ya que esta es de regular calidad (Vita, 1974).

Su corteza, es muy rica en saponina (19%), la cual se usa como detergente 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).

Desde el punto de vista ornamental, el Quillay es muy apropiado, debido a su hermoso follaje persistente, claro y brillante. Es recomendado para plazas, parques, jardines y calles (Rodríguez et al., 1995).

La germinación es una cadena de cambios que empiezan con la absorción de agua y conducen a la ruptura de la cubierta seminal por la raíz embrional. Estos cambios van acompañados por divisiones de las células del embrión y por el aumento general de la actividad metabólica (Devlin, 1980).

Según Bidwell (1993), el proceso de germinación consta de la absorción de agua, la reacción del metabolismo y la iniciación del crecimiento.

Los factores ambientales esenciales en la germinación de las semillas son: agua y oxígeno en cantidades adecuadas y temperatura conveniente; y en algunas especies la presencia o ausencia de luz (Bidwell, 1993; Donoso, 1981).

Daniel et al. (1982), señalan que la germinación está esencialmente completa cuando la plántula cuenta con superficie fotosintética para satisfacer sus necesidades de carbohidratos.

El factor ambiental de mayor importancia que regula tanto la germinación de la semilla como el desarrollo posterior de las plántulas es la temperatura. Para el desarrollo del proceso germinativo debe existir una temperatura favorable, factor importante en la adaptación de una plántula, en particular, a un medio específico (Bidwell, 1993; Daniel et al., 1982; Escobar, 1990; Hartmann y Kester, 1992).

Varios autores coinciden en señalar que existen tres temperaturas fundamentales para germinación de las semillas

(Mayer y Poljakoff-Mayber, 1963; Koller, 1972; Hartmann y Kester, 1992).

- Temperatura mínima: temperatura más baja donde todavía ocurre germinación.
- Temperatura óptima: temperatura en la cual se produce la mayor tasa de germinación y varía según el período de tiempo utilizado.
- Temperatura máxima: temperatura sobre la óptima y donde todavía ocurre germinación.

Según Koller (1972), la disminución de la germinación al utilizar temperaturas máximas, se debe a la desnaturalización de enzimas y proteínas.

Wiber (1991), trabajando con semillas de **Quillaja saponaria Mol**, determinó en laboratorio, que para esta especie se pueden alcanzar capacidades germinativas que varían entre 89% a 94%, dentro del rango de temperaturas entre 10 y 25°C. Además, señala que el proceso de germinación se inhibe totalmente con temperaturas cercanas a los 35°C.

Escobar y Sánchez (1992), señalan que además de humedad y oxígeno, es más importante conocer la temperatura de germinación de la especie y, en algunos casos, la procedencia que se va a cultivar, para fijar la época de siembra.

En viveros a la intemperie, antes de decidir cuándo sembrar, se debe conocer el rango de temperaturas en las cuales germina la especie que se quiere propagar y en qué época del año se registra esta temperatura en los dos

primeros centímetros del suelo. Mientras más cercano al valor óptimo de temperatura de germinación de la especie sembrada, mayor será la tasa de germinación y la rapidez del proceso (Escobar, 1990).

En el caso del Quillay, no son muchos los antecedentes que existen respecto a la época de siembra. Según Cabello (1987), por tratarse de semillas que necesitan de temperaturas frías para germinar, la siembra debe efectuarse entre mediados y fines de invierno.

Escobar (1990), señala que a igual profundidad de siembra y textura de suelo, las semillas más grandes germinan primero que las de menor tamaño. Según Ramírez (1993), trabajando en laboratorio con **Nothofagus alpina** y **Nothofagus obliqua**, también demuestra que la mayor germinación se obtiene con semillas de los calibres superiores.

Hoces (1988), determinó para **Pseudotsuga menziessi**, que las semillas de mayor diámetro tienen mayor capacidad y energía germinativa, mientras que los menores valores para éstas variables se producen con los calibres intermedios.

Para obtener una germinación homogénea, es necesario realizar una selección de las semillas por tamaño o calibre, y efectuar siembras por separado (Rodríguez, 1990).

Según Bidwell (1993), la germinación comienza cuando ocurren las condiciones requeridas para romper el letargo, el embrión empieza a producir las geberelinas y las



citoquinas necesarias para contrarrestar la acción de los inhibidores de crecimiento e iniciar este proceso.

El letargo se rompe luego de que la semilla se somete a varias condiciones ambientales, tales como un prolongado período de estratificación (entre 0 a 5°C) en condiciones de humedad y presencia de oxígeno, calor intenso (incluso fuego), paso a través del intestino de aves o mamíferos (escarificación biológica), abrasión y maceración (escarificación física) o por ataques de hongos (Taylorson y Hendricks, 1977).

Durante la estratificación fría de la semilla ocurren varios cambios en las hormonas más importantes, el ácido abscísico (ABA) que inicialmente presenta altos niveles, declina rápidamente. Las citoquininas aumentan y luego decrecen nuevamente en tanto que el ácido giberélico (GA) aumenta. Finalmente, al momento de la germinación, todas las hormonas caen a un nivel bajo (Wareing y Saunders, 1971)

Un modelo para el control hormonal del letargo que incluye tres componentes: ácido giberélico, citoquininas e inhibidores (ABA), señala que el ácido giberélico es necesario para la germinación y su ausencia induce el letargo, esté presente o no un inhibidor (Bidwell, 1993).

Rocuant (1984), determinó que la inmersión de semillas de ***Nothofagus obliqua*** en una solución de ácido giberélico con una concentración de 25 ppm durante 15 ó 30 horas, resulta positiva para la germinación.

Al recolectar semillas de varias procedencias, el forestador se encuentra con una alta heterogeneidad de éstas por unidad de peso, dependiendo de la ubicación de los árboles productores de semilla (Escobar y Peña, 1985). Hoces (1988), menciona que el número de semillas por unidad de peso es muy variable debido principalmente a efectos edafoclimáticos, edad de los árboles, área geográfica y viabilidad de las semillas.

Estudios realizados por Escobar y Peña (1985), demuestran que se han encontrado diferencias significativas entre semillas de ***Pinus radiata*** de diferentes procedencias ensayadas en capacidad y energía germinativa.

Escobar (1987) citado por Hoces (1988) sostiene que conocer la capacidad y energía germinativa de las semillas es importante para determinar su valor comercial, la cantidad requerida para una tasa específica de producción de plantas y fundamentalmente para la detección del grado de latencia que ésta tenga.

Lavanderos y Douglas (1985) señalan que la latencia es un termino relativo, ya que es el resultado de la interacción de condiciones ambientales impuestas y de propiedades genéticas de la planta, pero bajo algunas condiciones, pueden predominar una u otras. Además, la latencia varía dentro de una misma especie, según su procedencia.

La germinación de las semillas puede ser influenciada por la exposición ambiental de la planta madre durante el desarrollo de la semilla. No sólo entre diferentes especies sino que también entre diferentes procedencia de semillas

de la misma especie, que a su vez depende del año en que fue cosechada (Villiers, 1972).

El presente estudio analiza el comportamiento de la germinación de semillas de **Quillaja saponaria Mol.**, de distintas procedencias, bajo diferentes temperaturas. Los objetivos son determinar los rangos de temperatura en que se produce la mayor y más rápida germinación, permitiendo sugerir la época de siembra más adecuada en el caso de viveros que produzcan plantas a la intemperie y la temperatura ambiente en el caso de viveros con ambiente controlado; determinando además, algunos atributos morfológicos y de calidad de semilla para cada una de las procedencias estudiadas.



## II MATERIAL Y METODO

### 2.1. Lugar de Estudio.

El estudio se realizó en el 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 cosechada en los meses de marzo y abril del año 1997, respectivamente. Se recolectaron semillas de distintas procedencias de Antuco, Coelemu, Ralco y Tucapel (Tabla 1). Se sacaron los frutos de los árboles y en el laboratorio se realizó el proceso de extracción y limpieza de éstos con el fin de obtener semillas limpias.

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

Proc.	Lat.	Long.	Pluviosidad media anual (mm)	Altitud (msnm)	Serie de suelo
<b>Antuco</b>	37°20`	71°42`	1408	650	Pedregales
<b>Coelemu</b>	36°29`	72°42`	1100	60	Cauquenes
<b>Ralco</b>	37°53`	71°37`	3435	750	Sta. Barbara
<b>Tucapel</b>	37°17`	71°57`	1488	280	Arenales

\*Fuente: Pluviometría de Chile. Parada. 1975.

### 2.3. Caracterización de la semilla.

En el laboratorio se procedió a determinar la calidad de la semilla analizando las siguientes variables:

- Peso de 1000 semillas.
- Número de semillas limpias por kilogramo.
- Calibración por tamaño (diámetro).
- Viabilidad.
- Vigor.

Para la determinación de las dos primeras variables, se pesaron cuatro muestras de 100 semillas por procedencia y con ellas, se determinó el peso promedio para estas muestras, dato con el cual, se calculó el peso de 1000 semillas y el número de semillas limpias por kilogramo (Ramírez, 1993). Para calibrar la semilla se utilizó un set de tamices de perforaciones redondas de 2 y 3 mm de diámetro; para determinar la viabilidad se realizó un test de corte y también un test de tetrazolio (Test Bioquímico); y para vigor una prueba de germinación en frío.

**2.3.1. Peso de 1000 semillas y número de semillas limpias por kilogramo.** Para las cuatro procedencias, y para cada calibre o tamaño se tomaron cuatro muestras de 100 semillas cada una, a las cuales se les determinó el peso, con precisión de 0.01 g.

Se calculó el promedio de las cuatro muestras, para conocer el peso de 100 semillas y por relación se obtuvo el peso de 1000 semillas y número de semillas limpias por

kilogramo para cada calibre. El número de semillas limpias por kilogramo, se obtuvo promediando los resultados de los tres calibres establecidos.

**3.3.2. Calibración.** Para conocer los distintos tamaños de la semilla que constituyen una muestra se procedió, a separar las semillas mediante tamices de 2 mm y 3 mm de diámetro, estableciendo tres tamaños.

Semillas > 3 mm de diámetro.

Semillas entre 2 mm - 3 mm de diámetro.

Semillas < 2 mm de diámetro.

Se tamizaron cuatro muestras de 100 g por procedencia, y con el promedio se determinó la participación porcentual por calibre en la muestra y por la relación en un kilogramo de semilla limpia.

**2.3.3. Viabilidad.** La relación entre semillas con embrión y vanas, para cada procedencia, se determinó por medio del test de corte, en el cual, con la ayuda de un bisturí y una lupa, se comprobó la existencia de embrión en cada semilla. En el test bioquímico o test de tetrazolio, el compuesto 2,3,5 trifenilcloruro de tetrazolio se utilizó en una concentración de 0.5% y a una temperatura de 25°C, por un período de 5 horas. Según el grado de tinción de cada semilla se consideró o no viable, para cada test se utilizó semillas de un lote al azar sin calibrar, donde se escogieron cuatro muestras de 100 semillas para cada test y procedencia.

El porcentaje final de semillas viables, se obtuvo al realizar el promedio de los resultados de las cuatro muestras, para cada procedencia.

**2.3.4. Vigor.** La estimación del vigor de la semilla, para cada procedencia se realizó a través de un test de estrés, que consiste en una prueba de germinación en frío, donde se hace germinar las semillas a 15 °C, por 21 días y luego se mide el largo de las radículas (Bidwell, 1993).

Para este test se utilizaron semillas de un lote sin calibrar, donde se eligieron cuatro muestras al azar de 100 semillas cada una, por procedencia.

#### **2.4. Pre-tratamiento.**

Las semillas de cada procedencia fueron sometidas a una inmersión en una solución de 10 ppm de ácido giberélico, por 6 horas para la primera etapa del ensayo de germinación. Para la segunda y tercera etapa se sometieron en una solución de 25 ppm de ácido giberélico, por 6 horas.

#### **2.5. Ensayo de germinación.**

Los ensayos de germinación se realizaron sobre papel filtro y en un set de seis estufas germinadoras, diseñadas en el Departamento de Silvicultura, más dos germinadoras Jacobsen, todas de alta precisión en el control de temperatura. Esta variable y la humedad se controlaron diariamente dos veces al día.

La capacidad germinativa se consideró como el número total de semillas germinadas en un período de 28 días, y la

energía germinativa o valor máximo de germinación se determinó a través del índice de Czabator (1962).

El recuento de semillas germinadas, se realizó a partir del segundo día de montado el ensayo, con la rigurosidad de realizarlo a la misma hora del día durante todo el período del estudio. Se consideró, como germinada, toda semilla cuya radícula tuviera un largo igual o superior a dos veces el diámetro de la semilla.

## **2.6. Comportamiento de la germinación a diferentes temperaturas.**

El estudio, para cada procedencia, se diferenció en tres etapas relacionadas entre sí:

**2.6.1. Primera Etapa.** Se analizó seis temperaturas constantes de germinación para cada procedencia, 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C y 35 °C.

Al término del ensayo todas las procedencias obtuvieron una mayor capacidad germinativa a los 15 °C, por lo cual, esta temperatura fue seleccionada como base para la segunda etapa del estudio.

**2.6.2. Segunda Etapa.** Una vez seleccionada la temperatura en la primera etapa, se procedió a afinar el rango al rededor de los 15 °C, para lo cual se estudiaron las temperaturas de: 13 °C, 14 °C, 15 °C, 16 °C, 17 °C y 18 °C.



**2.6.3. Tercera Etapa.** Para finalizar, se eligió la mejor procedencia y se sometió a una oscilación de dos temperatura de 15 y 20 °C.

La oscilación de temperatura consistió en mantener 16 horas las semillas en la temperatura seleccionada y 8 horas a 10 °C por sobre la temperatura anterior, simulando noche y día, para lo cual se utilizó un germinador del tipo Jacobsen.

Para las dos etapas iniciales del estudio, los resultados fueron analizados mediante un diseño factorial y la tercera etapa como un aleatorio simple (Little y Hills, 1978).

En el caso de diferencias significativas entre los valores promedios de capacidad y energía germinativa de los tratamientos, estos se identificaron a través del test de comparación múltiple de Tukey (Steel y Torrie, 1988).

### III RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 Caracterización de semillas.

3.1.1 **Peso de 1000 semillas y número de semillas limpias por kilogramo para cada procedencia.** La tabla 2 muestra, para cada procedencia utilizada en el estudio, el peso promedio de 1000 semillas limpias y el número de éstas por kilogramo, para cada calibre. Para todos los orígenes, las diferencias son mayores entre el calibre inferior (<2 mm) y el intermedio (2-3 mm) que entre éste y el calibre superior (>3 mm).

TABLA 2: Valores medios por calibre del peso de 1000 semillas y número de semillas limpias por kilogramo, para cada procedencia.

Procedencia	Calibre (mm)	Peso promedio de 1000 semillas (g)	Número de semillas limpias por Kg.
<b>Antuco</b>	> 3,00	6,40	156.250
	2-3	6,07	164.745
	<2	5,52	181.159
	<b>promedio</b>	<b>6,00</b>	<b>166.667</b>
<b>Coelemu</b>	> 3,00	7,86	127.226
	2-3	7,28	137.363
	<2	5,59	178.891
	<b>promedio</b>	<b>6,91</b>	<b>144.718</b>
<b>Ralco</b>	> 3,00	6,82	146.628
	2-3	6,48	154.321
	<2	5,37	186.220
	<b>promedio</b>	<b>6,22</b>	<b>160.772</b>
<b>Tucapel</b>	> 3,00	6,77	147.710
	2-3	6,43	155.521
	<2	5,65	176.991
	<b>promedio</b>	<b>6,28</b>	<b>159.236</b>

De la tabla 2, se desprende que los valores promedios del peso de mil semillas están en un rango de 6,91 (Coelemu), y 6,00 (Antuco). Los valores anteriores determinan el número de semillas limpias por kilogramo, el cual varía entre 144.718, y 166.667 para cada procedencia, respectivamente. Al comparar estos valores con los obtenidos por López et al. (1986), se observa que se encuentran dentro del rango asignado para la especie.

Los valores de la tabla precedente, concuerdan con lo experimentado anteriormente por Hoces (1988), Escobar y Sánchez (1992) y Ramírez (1993), en relación a que el peso de la semilla está directamente relacionada con el tamaño y el diámetro de ésta, resultado del espesor de la cutícula seminal y tamaño del endospermo, atributos que están relacionados con efectos edafoclimáticos, edad de los árboles y viabilidad de la semilla (Escobar y Peña, 1985).

**3.1.2 Participación porcentual de cada calibre en un kilogramo de semilla para cada procedencia.** En la figura 1, se encuentra representada la distribución porcentual por calibre de un kilogramo de semillas de Quillay, para las cuatro procedencias estudiadas. Para la localidad de Antuco el mayor porcentaje de semillas se encuentra en el calibre >3 mm con un 63%, seguido por el intermedio el cual se encuentra en el rango 2-3 mm con un 23% y el inferior <2 mm con un 14%. Para las semillas recolectadas en las cercanías de Coelemu, se observa una distribución similar de los calibres, 50%, 31%, 19%, respectivamente.

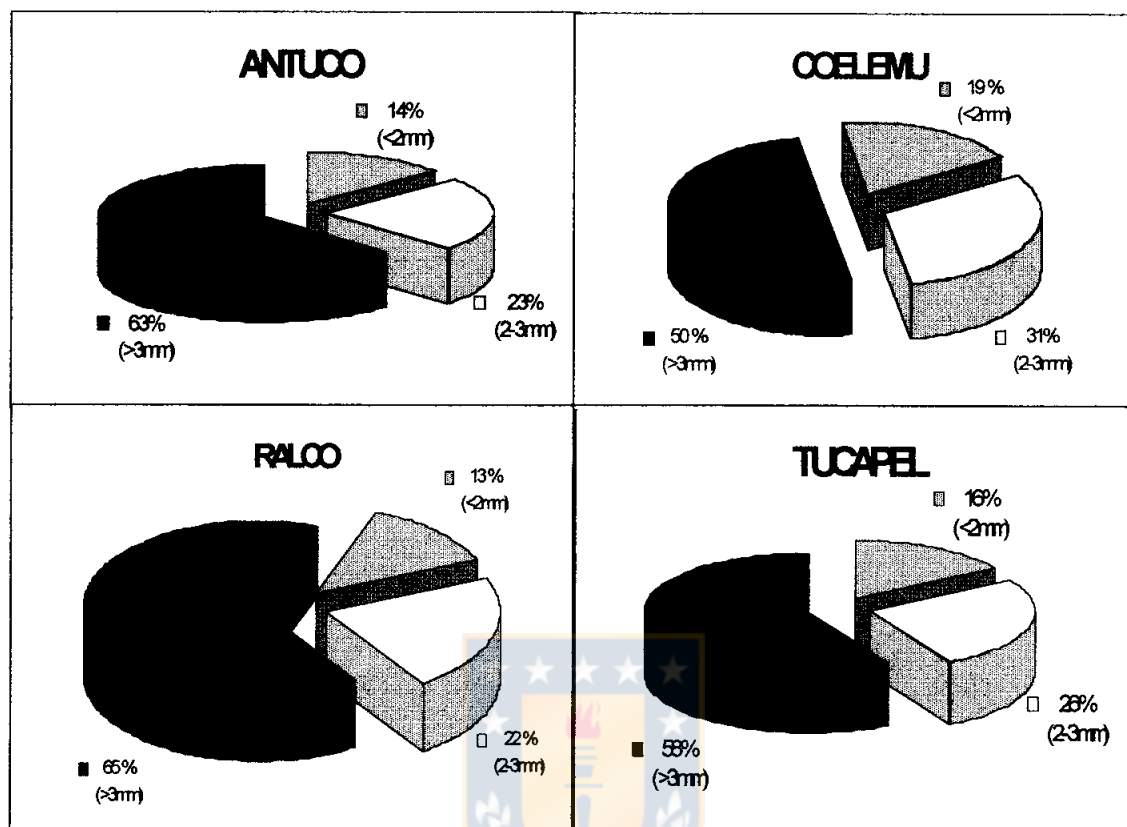


FIGURA 1. Participación porcentual por calibre, en un kilogramo de semillas limpias de Quillay, de cuatro procedencias.

La figura precedente también muestra la participación porcentual de los tres calibres, para las semillas recolectadas en Ralco, donde el calibre mayor (>3 mm) acapara un 65%, seguido por el intermedio (2-3 mm) con un 22% y el inferior (<2 mm), con un 13%. Para el caso de Tucapel el mayor porcentaje de participación en un kilogramo de semillas limpias es para el calibre >3 mm con un 58%, seguido del tamaño intermedio comprendido entre 2-3 mm con un 26% y el calibre inferior un 16 %.

Los valores señalados indican un comportamiento similar de la variable en las cuatro procedencias estudiadas, encontrando diferencias significativas, al comparar el calibre superior con el intermedio e inferior. Estos resultados, muestran diferencias con los encontrados por Hoces (1988) en *Pseudotsuga menziessi*, Urrutia (1992) en *Eucalyptus globulus* y Stevens (1996) en *Nothofagus antartica*, *Nothofagus betuloides* y *Nothofagus pumilio* quienes, encontraron mayor participación porcentual en el calibre intermedio, pero concuerdan con lo determinado por Ramírez (1993) en *Nothofagus alpina* y *Nothofagus obliqua* quien, encontró mayor participación del calibre superior.

**4.1.3 Determinación de la viabilidad y vigor para cada procedencia.** Los resultados de la tabla 3, Muestran que la viabilidad de las procedencias estudiadas oscila en un rango entre 91% y 62% para las procedencias de Coelemu y Antuco, respectivamente. Las diferencias para esta variable son significativas cuando se comparan los valores medios de las procedencias Coelemu, Ralco y Tucapel con Antuco.

TABLA 3: Viabilidad y vigor obtenido para el calibre mayor, para cada procedencia.

Procedencia	Calibre (mm)	Viabilidad (%)	Longitud radícula (mm)
<b>Antuco</b>	> 3,00	62 <b>b</b>	7 <b>b</b>
<b>Coelemu</b>	> 3,00	91 <b>a</b>	16 <b>a</b>
<b>Ralco</b>	> 3,00	78 <b>a</b>	15 <b>a</b>
<b>Tucapel</b>	> 3,00	80 <b>a</b>	17 <b>a</b>

Letras distintas indican diferencias significativas.

$P \leq 0,05$

La viabilidad se determinó después de realizar el test de corte el cual indicó 100% de semillas con embrión, para las cuatro procedencias.

Respecto del vigor, los valores de la tabla 3, muestran que la longitud de la radícula varía desde 7 mm en el caso de las semillas provenientes de Antuco, hasta 17 mm para la procedencia de Tucapel, encontrando diferencias significativas al comparar el valor menor con las tres procedencias restantes.

### **3.2 Comportamiento de la germinación a diferentes temperaturas.**

#### **3.2.1 Determinación de la capacidad y energía germinativa a diferentes temperaturas constantes, para cada procedencia.**

Los resultados obtenidos para capacidad y energía germinativa señalan que el proceso de germinación ocurre entre 10 y 30 °C. Logrando los mayores valores de capacidad y energía germinativa a los 15 °C para todas las procedencias ensayadas.

El proceso se inhibe, a los 35 °C, estos datos concuerdan con los obtenidos por Wiber (1991), trabajando con semillas de **Quillaja saponaria Mol.** quién determinó que 35 °C constituye una condición de germinación letal para esta especie y que la mayoría de las semillas son dañadas y atacadas por hongos.

De la tabla 4 y apéndice 1, se desprende que al comparar la capacidad germinativa de cada procedencia a una temperatura

de 15 °C, existen diferencias significativas entre las cuatro procedencias estudiadas. Por otra parte al comparar la energía germinativa se obtienen diferencias significativas para todas las procedencias, excepto al comparar Coelemu con Tucapel.

Al llevar los resultados de capacidad germinativa a términos relativos, las semillas provenientes de Ralco son 73,0 % superior a las de Antuco; Tucapel es 13 % superior a Ralco y Coelemu es 4 % superior a Tucapel.

TABLA 4: Capacidad y energía germinativa (%) a 15 °C de temperatura constante, para cada procedencia.

	<b>Antuco</b>	<b>Coelemu</b>	<b>Ralco</b>	<b>Tucapel</b>
<b>Capacidad</b>	44,5d	90,8a	76,8c	87,0b
<b>Energía</b>	38,3c	77,0a	56,8b	72,0a

Letras distintas indican diferencias significativas.

$P \leq 0,05$

En la tabla 5 y apéndice 1, se presenta la respuesta de la capacidad y energía germinativa del promedio de las cuatro procedencias al rango de temperaturas entre 10-30 °C. Se observa, Que en el caso de la capacidad germinativa no existen diferencias significativas al comparar 10 °C con 20 °C y 15 °C con 20 °C, sin embargo todos los demás pares de temperatura evaluados demuestran diferencias.

TABLA 5: Capacidad y energía germinativa (%) para el promedio de las cuatro procedencias, para cinco temperaturas constantes diferentes.

	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
<b>Capacidad</b>	58,6 <b>b</b>	74,8 <b>a</b>	67,7 <b>a</b>	58,2 <b>b</b>	41,2 <b>c</b>
<b>Energía</b>	48,4 <b>b</b>	61,5 <b>a</b>	56,9 <b>a</b>	46,6 <b>bc</b>	40,7 <b>c</b>

Letras distintas indican diferencias significativas.

$P \leq 0,05$

En el caso de la energía germinativa no existen diferencias significativas al comparar las temperaturas 15 °C v/s 20 °C; 25 °C v/s 10 °C y 30 °C. pero sí existen diferencias al comparar 10 °C v/s 30 °C y los restantes pares.

Al analizar el efecto de la temperatura en la capacidad y energía germinativa se puede inferir que el rango de temperatura óptimo para la especie esta entre 15 °C y 20 °C a temperatura constante, ya que aquí se obtienen los mayores valores para ambas variables.



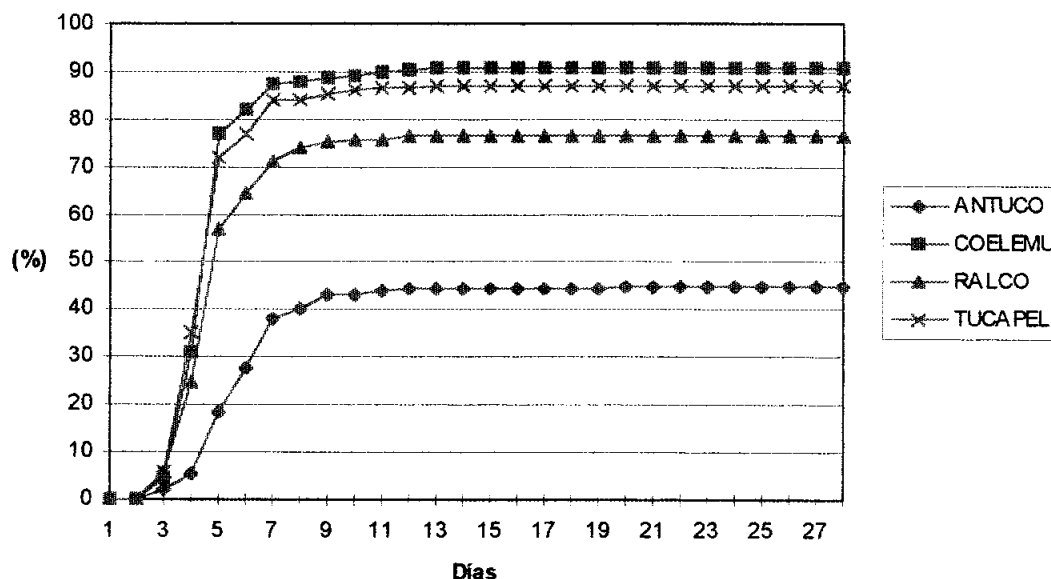


FIGURA 2. Comportamiento diario de la germinación de semillas de Quillay bajo 15 °C de temperatura constante, para cuatro procedencias.

En figura 2, se observa una tendencia similar de todas las curvas (exponencial), pero con marcadas diferencias al comparar la capacidad y energía germinativa de las tres curvas superiores (Coelemu, Tucapel y Ralco) con la inferior (Antuco).

Los resultado de capacidad y energía germinativa de semillas de Quillay provenientes de cuatro lugares, sometidas a seis temperaturas en un rango de 13 y 18 °C. Demuestran que al comparar los resultados del proceso de germinación obtenidos a 15 °C, durante la primera etapa (inmersión de la semilla por seis horas en ácido giberélico a una concentración de 100 ppm) con los de la segunda etapa (inmersión de la semilla por seis horas en ácido giberélico a una concentración de 250 ppm), se puede observar una baja

en el valor de energía germinativa para todas las procedencias, de esto se podría inferir que hay una interacción entre el pretratamiento y la temperatura de germinación. Estos resultados coinciden con lo encontrado por Stevens (1996) trabajando con semillas de **Nothofagus pumilio** (Lenga).

Estos resultados concuerdan con algunos autores como Bell y Bellairs, (1992) y Stevens, (1996), que sostienen que a mayor temperatura dentro de un rango de germinación, hay mayor rapidez en el proceso, pero la tasa de germinación es menor.

La tabla 6 y el apéndice 2, representan los resultados de capacidad y energía germinativa de cada procedencia, para una temperatura de 16 °C constante. En ella se observa que las diferencias son significativas entre todas las procedencias al comparar capacidad germinativa la cual oscila entre 35,0 y 90,0%. Respecto de la energía germinativa, los rangos oscilan entre 28,0 y 69,5%, diferencias estadísticamente significativas como se observa en la tabla 6, en el caso de las procedencias Coelemu y Tucapel no existen diferencias significativas al comparar su energía, tendencia que han mantenido en los ensayos de germinación.

TABLA 6: Capacidad y energía germinativa (%) a 16 °C de temperatura constante, para cada procedencia.

	<b>Antuco</b>	<b>Coelemu</b>	<b>Ralco</b>	<b>Tucapel</b>
<b>Capacidad</b>	35,0d	90,0a	68,5c	77,5b
<b>Energía</b>	28,0c	79,5a	58,0b	73,0a

Letras distintas indican diferencias significativas.

$P \leq 0,05$

De la tabla 7 y apéndice 2, muestra la capacidad y energía germinativa para el promedio de todas las procedencias sometidas a seis temperaturas diferentes en un rango de 13-18 °C. En el caso de la capacidad germinativa los valores oscilan entre un máximo de 67% a 16 °C y un mínimo de 56% a 18 °C, existiendo diferencias significativas al comparar 18 °C v/s 14, 15, 16 °C y 13 °C v/s 16 °C. Estos valores indican que la mejor temperatura constante es 16 °C. En el caso de la energía germinativa varía desde 48 hasta 56%, existiendo diferencias estadísticamente significativas al comparar 18 °C v/s 16 y 17 °C.

TABLA 7: Capacidad y energía germinativa (%) para el promedio de las cuatro procedencias, para seis temperaturas constantes diferentes.

	<b>13 °C</b>	<b>14 °C</b>	<b>15 °C</b>	<b>16 °C</b>	<b>17 °C</b>	<b>18 °C</b>
<b>Capac</b>	58,6bc	65,1ab	64,7ab	66,6a	59,9abc	55,6c
<b>Ener</b>	49,3ab	55,3ab	48,1ab	55,7a	55,6a	47,7b

Letras distintas indican diferencias significativas.

$P \leq 0,05$

Los valores obtenidos permiten inferir que, el efecto procedencia es más marcado que el de temperatura en las dos variables analizadas (capacidad y energía germinativa).

Estos resultados concuerdan con la literatura revisada, respecto a que la elección de la especie es tan importante como la procedencia utilizada en un proyecto de repoblación (Escobar y Peña, 1985).

No se encontró en este estudio una variación clinal, para esta especie, en las variables analizadas a lo largo de un gradiente geográfico, pluviométrico o altitudinal.

**3.2.2 Determinación de la capacidad y energía germinativa a dos diferentes temperaturas oscilantes, para una procedencia.** La capacidad y energía germinativa de la mejor procedencia (Coelemu), determinada en las etapas anteriores sometidas a germinación a dos temperaturas distintas aplicadas, en forma oscilante (15-25 y 20-30 °C). Los valores encontrados para capacidad y energía germinativa en el rango de temperatura 15-25 °C es 84 y 73%, y para 20-30 °C de 88 y 79% respectivamente. Estos valores concuerdan con los encontrados por Orellana y Fischer (1976), donde llegaron a obtener capacidad germinativa similar pero con menor energía germinativa.

Para los dos rangos de temperatura utilizados en este ensayo, los valores medios de capacidad germinativa (C.G.) y energía germinativa (E.G.) son similares y el análisis de varianza señala que no hay diferencias significativas

(Apéndice 3). Tal como se observa en el gráfico de germinación diaria (Figura 3).

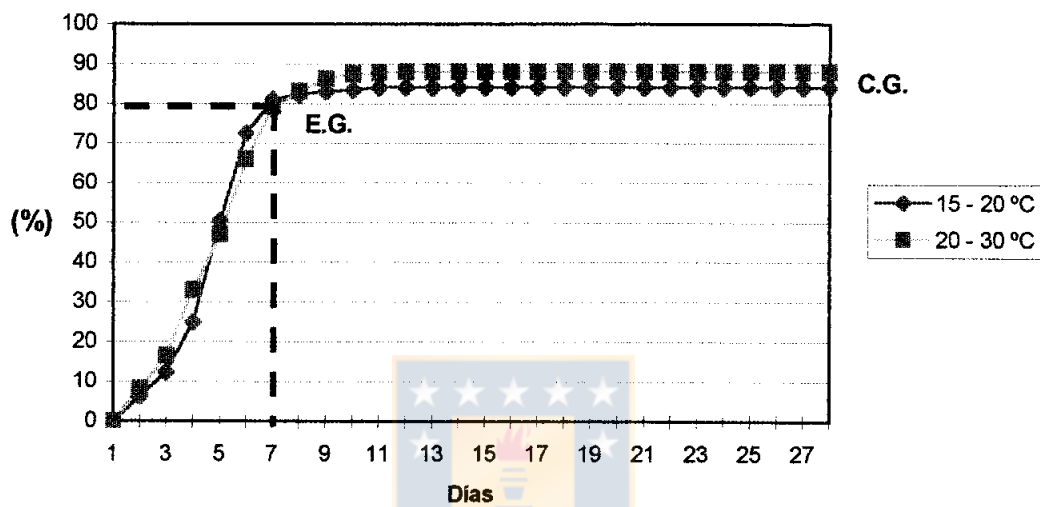


FIGURA 3. Comportamiento diario de la germinación de semillas de Quillay bajo dos temperaturas oscilantes.

De la figura 3, se desprende que los valores de capacidad y energía germinativa son cercanos, y que ambos ocurren en la primera mitad del período de germinación; pero al comparar la viabilidad con la capacidad germinativa de esta etapa y las anteriores demuestra que las semillas de las cuatro procedencias estudiadas poseen latencia interna.

Los resultados obtenidos para **Quillaja saponaria Mol.** permiten sugerir, que es conveniente pretratar las semillas mediante inmersión de 6 hrs, en una solución de ácido giberélico en una concentración de 25 ppm y, que viveros

que producen plantas a la intemperie, la siembra se debiera realizar cuando las temperaturas de los dos primeros centímetros del suelo oscilen entre 20-30 °C; en ambiente controlado, la siembra se debiera realizar a 16 °C.

Con estos resultados, el viverista podrá hacer un manejo más óptimo de sus semillas, maximizando su capacidad y energía germinativa con lo cual podrá determinar con mayor exactitud la cantidad de plantas a producir y disminuyendo la heterogeneidad en el tamaño de las plantas, con lo cual logrará una menor exposición de las semillas a agentes de daño que existen en el suelo (Lema, 1987 y Escobar 1990).



#### IV CONCLUSIONES

- En **Quillaja saponaria** la cantidad de semillas por kilogramo varia según la viabilidad y el diámetro entre 144718 y 166667.
- La procedencia afecta la viabilidad y vigor de la semilla de **Quillaja saponaria** cosechadas en la VIII región.
- El proceso de germinación en **Quillaja saponaria** ocurre en un rango de temperatura entre 10 a 30 °C y se inhibe a 35°C. La mayor germinación se produce a 16 °C a temperatura constante.
- Cuando se utilizan temperaturas oscilantes 15-25 °C y 20-30 °C, sobre papel filtro para **Quillaja saponaria**, no presenta problema el proceso de germinación.

## V RESUMEN

Se recolectó semilla de **Quillaja saponaria Mol**, de cuatro procedencias con distintas características edafoclimáticas en la VIII región. Antuco, Coelemu, Ralco, Tucapel, se evaluó para cada procedencia el tamaño, viabilidad y el vigor de las semillas.

En la primera etapa, se aplicaron seis temperaturas constantes con intervalos de 5°C en un rango de 10 a 35°C. En la segunda, con intervalos de 1°C, entre 13 y 18°C. En la tercera etapa, se eligió la mejor procedencia y se simuló día y noche, con dos oscilaciones de 15-25°C y 20-30°C, con una duración de 16 horas la más baja y 8 horas la más alta.

Los resultados indican que el número promedio de semillas por kilogramo para cada una de las procedencias de **Quillaja saponaria Mol**, varía de 144.718 (Coelemu) a 166.667 (Antuco), encontrándose la mayor concentración de ellas en el calibre superior (>3mm), la viabilidad promedio es de 91% a 62% respectivamente.

**Quillaja saponaria Mol**, germina entre 10 y 30°C, inhibiéndose el proceso a 35°C. La mayor capacidad germinativa se logra entre 15 y 16 °C a temperatura constante para todas las procedencias estudiadas. Al aplicar temperaturas oscilantes, 15-25°C y 20-30°C, la germinación no es afectada, alcanzando una capacidad germinativa de 84 y 88% respectivamente.



## VI SUMMARY

Seed of **Quillaja saponaria Mol** were gathered from 4 provenances of the 8<sup>th</sup> region, each of these with different characteristics of soil and climate. The provenances used in this study were Antuco, Coelemu, Ralco and Tucapel. The size was evaluated and the vigour and viability in each provenance was determined.

In the first stage six constant temperatures were applied to each provenance with intervals of 5°C in a range from 10 to 35°C. In the second one with intervals of 1°C in a range from 13 to 18°C. Both stages were applied to each provenance. In the third stage, the best provenance was chosen and day and night were simulated with two oscillations from 15 to 25°C and from 20 to 30°C, which lasted 16 hours the lowest and 8 hours the highest.

The results show that the average number of seeds per kilo to each one of the provenance of **Quillaja saponaria Mol** varies from 144.718 (coelemu) to 166.667 (antuco), being found the major concentration in the superior calibre (>3mm), with an average viability of 91 to 62% respectively.

**Quillaja saponaria Mol** germinates between 10 and 30°C, being inhibited to 35°C. The major germinative capacity is reached between 15 and 16°C with constant temperature for each provenance. The germination is not affected if the temperature oscillates between 15-25°C and 20-30°C, reaching a germinative capacity of 84 and 88% respectively.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Bell, D.T. and S.M. Bellairs. 1992. Efect of temperature on the germination of selected Australian native species used in the rehabilitation of bauxite mining disturbsmce in Westen Australia. Seed Science and Tecnology. 20: 47 - 55.
- Bidwell, R.G.S. 1993. Fisiología Vegetal. AGT Editor. México.
- Bosse, R. 1980. El quillay. Chile Agrícola 44 (5) : 61.
- Cabello, A. 1987. Proyecto de protección y recuperación de especies arbóreas y arbustivas amenazadas de extinción. Doc. Técnico N°22. Chile Forestal. Abril 1987.
- Czabator, J. F. 1962. Germination value: An index combining speed and completenees of pine seed germination. For. Sci. 8: 386-396.
- Daniel, P. W., U. E. Helms, F. S. Baker. 1982. Principios de silvicultura. Mc Graw-Hill. México.
- Devlin, M. R. 1980. Fisiología Vegetal. Omega. Barcelona, España.
- Donoso, C. 1974. Dendrología de árboles y arbustos chilenos. Universidad de Chile, Facultad

Ciencias Forestales, Departamento de  
Silvicultura. Manual N°2. Santiago, Chile.

- Donoso, C. 1981. Ecología Forestal, el bosque y su medio ambiente. Universidad Austral de Chile. Santiago, Chile.
- Donoso, Z. C. 1983. Arboles nativos de Chile. CONAF. Valdivia, Chile.
- Donoso, C. 1993. Bosque templados de Chile y Argentina, Variación, Estructura y Dinámica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- Escobar, R. y E. Peña. 1985. Efecto del tamaño de la semilla en la velocidad de emergencia y tamaño final de las plantas de pino radiata. En: B. Olivares P. y E. Morales V. (Ed.) ***Pinus radiata***. Investigación en Chile. 24-26 de Octubre. Universidad Austral de Chile. Fac. de Ing. For. Valdivia, Chile. pp. 98-104.
- Escobar, R. 1990. Análisis de algunos elementos básicos involucrados en la producción artificial de especies nativas. Bosques 11: 3-10.
- Escobar, R. y M. Sánchez. 1992. Producción de Plantas Forestales: Algunos aspectos. Bol. Ext. N° 51. Universidad de Concepción. Depto. Cs. For. Chillán, Chile.

- Hartman, H. T. y D. E. Kester. 1992. Propagación de plantas. Editorial Continental. México.
- Hoces, A. 1988. Efecto de la textura del suelo, tamaño de la semilla y profundidad de siembra en la emergencia de la semilla de pino oregón ***Pseudotsuga menziesii*** (Mirb) Franco. Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Fac. Cs. Agr. Vet. y For. Chillán, Chile.
- Koller, D. 1972. Environmental control of seed germination. En: Kozlowski, T. T. (Ed.) Seed biology. New York, Academic Press. V. 2.
- Lavanderos, A. y C. Douglas. 1985. Técnicas para el establecimiento de un vivero forestal y producción de plantas. Doc. Tec. N° 7. Chile Forestal.
- Lema, M. 1987. Epoca de siembra y efecto de semisombra en la producción de plantas de ***Eucaliptus globulus*** Labill ssp 1:0 a raíz desnuda. Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Fac. Cs. Agr. y For. Depto. Cs. For. Chillán, Chile.
- Lopez, J; M. Jimenez, y B. Reyes, 1986. Algunos antecedentes sobre cosecha, procesamiento y viverización de varias especies nativas. Chile Forestal. Doc. Técnico N° 14.

- Little, T. y J. Hills f. 1978. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trillas. México, D.F.
- Mayer, M. y A. Poljakoff-Mayber. 1963. The germination of seed. Oxford, Pergamon.
- 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.
- Orellana, L. y E. Fischer. 1976. Comportamiento de las semillas de Quillay (**Quillaja saponaria, Mol.**) de diversas procedencias. Tesis de grado. Universidad de Concepción Esc. Técnicos Forestales. Los Angeles. Chile.
- Parada, M. 1975. Pluviometría de Chile, trazado de isoyetas sector Maule-Itata. Corfo. División de Recursos Hidráulicos.
- Ramírez, S. J. 1993. Efecto de la temperatura en el proceso de germinación de rauli (**Nothofagus alpina** (Poepp et Endl.) Oerst.) y roble **Nothofagus obliqua** (Mirb.) Oerst. var. **obliqua**). Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Fac. Cs. For. Chillán, Chile.

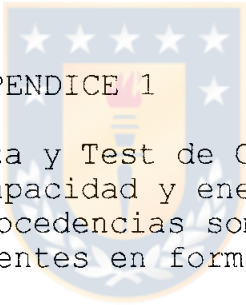
- Rocuant, L. 1984. Efecto de giberelina y de tiourea en la germinación de semillas: especies del género **Nothofagus**. Bosques 5 (2): 53-58.
- Rodríguez, R., O. Matthei y M. Quezada. 1983. Flora arbórea de Chile. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.
- Rodríguez, G. 1990. Propagación de **Nothofagus** chilenos por medio de semillas. Agro-Ciencia 6: 123-129.
- Rodríguez, G., R. Rodríguez y H. Barrales. 1995. Plantas ornamentales chilenas. Anibal Pinto. Concepción, Chile.
- Steel, R. y J. Torrie. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos, 2ª edición. McGraw Hill/Interamericana de México. México, D. F.
- Stevens, F. 1996. Germinación de semillas de Lengua (**Nothofagus pumilio** (Poepp et Endl.) Kraser), Coihue de magallanes (**Nothofagus betuloides** (Mirb.) Oerrst.) y Ñirre (**Nothofagus antartica** (G. Foster) Oesrt.), a diferentes temperatura y regimenes de aplicación. Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Fac. Cs. For. Concepción, Chile.
- Taylorson, B. and S. Hendricks. 1977. Dormancy in seeds. Ann. Rev. Plant. Physiol. 28: 331-354.

- Urrutia, R. 1992. Caracterización y comportamiento en vivero de tres procedencias de semillas de ***Eucalyptus globulus*** Labill. spp globulus cosechadas en Chile. Tesis de Grado. Universidad de Concepción Fac. Cs. Agr., Vet. y For. Chillán, Chile.
- Vita, A. 1966. Reforestación por siembra directa con Quillay (***Quillaja saponaria*** Mol.) y Peumo (***Cryptocarya alba*** Mol.) Looser). Tesis Ing. For. Fac. de Agronomía. Universidad de Chile. Santiago. Chile.
- 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.
- Villiers, A. 1972. Seed dormancy. I Seed biology, Vol. 2, T. Kozlowski, ed. New York: Academic Press. 220-282.
- Warening, F. and P. Saunders. 1971. Hormones and Dormancy. Ann. rev. plant. Physiol. 22: 261-288.
- Wiber, K. 1991. Factores que influyen en la germinación y producción de plantas de Quillay (***Quillaja saponaria*** Mol.). Tesis de Grado. Universidad de Chile. Fac. Cs. Agr. y For. Santiago, Chile.



## **APENDICE**





APENDICE 1

Análisis de Varianza y Test de Comparaciones  
Múltiples de Tukey para capacidad y energía germinativa de  
semillas de cuatro procedencias sometidas a cinco  
temperaturas diferentes en forma constante.

TABLA 1 A. RESUMEN DE ANALISIS DE VARIANZA PARA CAPACIDAD GERMINATIVA EN SEMILLAS DE QUILLAY PARA CUATRO PROCEDENCIAS Y CINCO TEMPERATURAS DIFERENTES.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F Calculado	F Tabla
<b>Tratamientos</b>	19	48350,74	2544,78	47,14	1,75
<b>Proc</b>	3	35308,74	11769,58	218,01	2,76
<b>Temp</b>	4	10196,92	2549,23	47,22	2,53
<b>Proc*Temp</b>	12	2845,08	237,09	4,39	1,92
<b>Error</b>	60	3239,25	53,99		
<b>Total</b>	79	51589,99			

TABLA 2 A. RESUMEN TEST DE COMPARACIONES MULTIPLE DE TUKEY PARA EL PROMEDIO DE CAPACIDAD GERMINATIVA PARA CADA PROCEDENCIA SOMETIDAS A CINCO TEMPERATURAS DIFERENTES.

Procedencia	Antuco	Coelemu	Ralco	Tucapel
<b>Antuco</b>	--			
<b>Coelemu</b>	*	--		
<b>Ralco</b>	*	*	--	
<b>Tucapel</b>	*	*	*	--

\* = diferencia significativa. ( $P \leq 0,05$ )

NS = no significativa

TABLA 3 A. RESUMEN TEST DE COMPARACIONES MULTIPLE DE TUKEY PARA EL PROMEDIO DE CAPACIDAD GERMINATIVA DE TODAS LAS PROCEDENCIAS SOMETIDAS A CINCO TEMPERATURAS DIFERENTES.

Temperatura de germinación °C	10	15	20	25	30
<b>10</b>	--				
<b>15</b>	*	--			
<b>20</b>	*	NS	--		
<b>25</b>	NS	*	*	--	
<b>30</b>	*	*	*	*	--

\* = diferencia significativa. ( $P \leq 0,05$ )

NS = no significativa

TABLA 4 A. RESUMEN DE ANALISIS DE VARIANZA PARA ENERGIA GERMINATIVA EN SEMILLAS DE QUILLAY PARA CUATRO PROCEDENCIAS Y CINCO TEMPERATURAS DIFERENTES.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F Calculado	F Tabla
<b>Tratamientos</b>	19	31504,64	1658,14	31,46	1,75
<b>Proc</b>	3	24923,54	8307,84	157,63	2,76
<b>Temp</b>	4	4448,08	1112,02	21,01	2,53
<b>Proc*Temp</b>	12	2133,02	177,75	3,37	1,92
<b>Error</b>	60	3162,25	52,70		
<b>Total</b>	79	34666,89			

TABLA 5 A. RESUMEN TEST DE COMPARACIONES MULTIPLE DE TUKEY PARA EL PROMEDIO DE ENERGIA GERMINATIVA DE CADA PROCEDENCIA SOMETIDAS A CINCO TEMPERATURAS DIFERENTES.

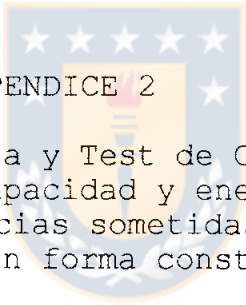
Procedencia	Antuco	Coelemu	Ralco	Tucapel
<b>Antuco</b>	--			
<b>Coelemu</b>	*	--		
<b>Ralco</b>	*	*	--	
<b>Tucapel</b>	*	NS	*	--

\* = diferencia significativa. ( $P \leq 0,05$ )  
 NS = no significativa

TABLA 6 A. RESUMEN TEST DE COMPARACIONES MULTIPLE DE TUKEY PARA EL PROMEDIO DE ENERGIA GERMINATIVA DE TODAS LAS ROCEDECENCIAS SOMETIDAS A CINCO TEMPERATURAS DIFERENTES.

Temperatura de germinación °C	10	15	20	25	30
<b>10</b>	--				
<b>15</b>	*	--			
<b>20</b>	*	NS	--		
<b>25</b>	NS	*	*	--	
<b>30</b>	*	*	*	NS	--

\* = diferencia significativa. ( $P \leq 0,05$ )  
 NS = no significativa



APENDICE 2

Análisis de Varianza y Test de Comparaciones  
Múltiples de Tukey para capacidad y energía germinativa de  
semillas de cuatro procedencias sometidas a seis temperaturas  
diferentes en forma constante.

TABLA 7 A. RESUMEN DE ANALISIS DE VARIANZA PARA CAPACIDAD GERMINATIVA EN SEMILLAS DE QUILLAY PARA CUATRO PROCEDENCIAS Y SEIS TEMPERATURAS DIFERENTES.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F Calculado	F Tabla
<b>Tratamientos</b>	23	45701,96	1987,04	41,01	1,65
<b>Proc</b>	3	42683,12	14227,71	293,61	2,74
<b>Temp</b>	5	1519,21	303,84	6,27	2,35
<b>Proc*Temp</b>	15	1499,62	99,98	2,06	1,81
<b>Error</b>	72	3489,00	48,46		
<b>Total</b>	95	49190,96			

TABLA 8 A. RESUMEN TEST DE COMPARACIONES MULTIPLE DE TUKEY PARA EL PROMEDIO DE CAPACIDAD GERMINATIVA PARA CADA PROCEDENCIA SOMETIDAS A SEIS TEMPERATURAS DIFERENTES.

Procedencia	Antuco	Coelemu	Ralco	Tucapel
<b>Antuco</b>	--			
<b>Coelemu</b>	*	--		
<b>Ralco</b>	*	*	--	
<b>Tucapel</b>	*	*	*	--

\* = diferencia significativa. ( $P \leq 0,05$ )

NS = no significativa

TABLA 9 A. RESUMEN TEST DE COMPARACIONES MULTIPLE DE TUKEY PARA EL PROMEDIO DE CAPACIDAD GERMINATIVA DE TODAS LAS PROCEDENCIAS SOMETIDAS A SEIS TEMPERATURAS DIFERENTES.

Temperatura de germinación °C	13	14	15	16	17	18
<b>13</b>	--					
<b>14</b>	NS	--				
<b>15</b>	NS	NS	--			
<b>16</b>	*	NS	NS	--		
<b>17</b>	NS	*	*	*	--	
<b>18</b>	NS	NS	NS	NS	NS	--

\* = diferencia significativa. ( $P \leq 0,05$ )

NS = no significativa

TABLA 10 A. RESUMEN DE ANALISIS DE VARIANZA PARA ENERGIA GERMINATIVA EN SEMILLAS DE QUILLAY PARA CUATRO PROCEDENCIAS Y SEIS TEMPERATURAS DIFERENTES.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F Calculado	F Tabla
<b>Tratamientos</b>	23	32864,96	1428,91	24,74	1,65
<b>Proc</b>	3	30240,88	10080,29	174,51	2,74
<b>Temp</b>	5	1255,58	251,12	4,35	2.35
<b>Proc*Temp</b>	15	1368,50	91,23	1,58	1,81
<b>Error</b>	72	4159,00	57,76		
<b>Total</b>	95	37023,96			

TABLA 11 A. RESUMEN TEST DE COMPARACIONES MULTIPLE DE TUKEY PARA EL PROMEDIO DE ENERGIA GERMINATIVA PARA CADA PROCEDENCIA SOMETIDAS A SEIS TEMPERATURAS DIFERENTES.

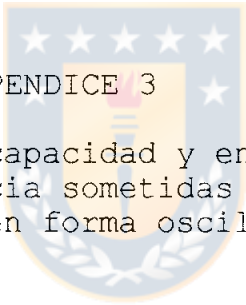
Procedencia	Antuco	Coelemu	Ralco	Tucapel
<b>Antuco</b>	--			
<b>Coelemu</b>	*	--		
<b>Ralco</b>	*	*	--	
<b>Tucapel</b>	*	NS	*	--

\* = diferencia significativa. ( $P \leq 0,05$ )  
 NS = no significativa

TABLA 12 A. RESUMEN TEST DE COMPARACIONES MULTIPLE DE TUKEY PARA EL PROMEDIO DE ENERGIA GERMINATIVA DE TODAS LAS PROCEDENCIAS SOMETIDAS A SEIS TEMPERATURAS DIFERENTES.

Temperatura de germinación °C	13	14	15	16	17	18
<b>13</b>	--					
<b>14</b>	NS	--				
<b>15</b>	NS	NS	--			
<b>16</b>	NS	NS	NS	--		
<b>17</b>	NS	NS	NS	*	--	
<b>18</b>	NS	NS	NS	NS	*	--

\* = diferencia significativa. ( $P \leq 0,05$ )  
 NS = no significativa



APENDICE / 3

Análisis de varianza para capacidad y energía germinativa de  
semillas de una procedencia sometidas a dos temperaturas  
diferentes en forma oscilante.

TABLA 13 A. RESUMEN DE ANALISIS DE VARIANZA PARA CAPACIDAD GERMINATIVA EN SEMILLAS DE QUILLAY PARA DOS OSCILACIONES DE TEMPERATURA.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F Calculado	F Tabla
Trata	1	32,00	32,00	0,92	5,59
Error	6	208,00	34,67		
Total	7	240,00			

TABLA 14 A. RESUMEN DE ANALISIS DE VARIANZA PARA ENERGIA GERMINATIVA EN SEMILLAS DE QUILLAY PARA DOS OSCILACIONES DE TEMPERATURA.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F Calculado	F Tabla
Trata	1	2,00	2,00	0,02	5,59
Error	6	510,00	85,00		
Total	7	512,00			