



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

**Estudio del efecto de tratamientos pregerminativos en  
condiciones de laboratorio e invernadero en la bambúcea  
*Chusquea quila*.**

Profesor Guía Sr. Mauro González C.

Tesis de Grado presentada como parte  
de los requisitos para optar al Título  
de **Ingeniero Forestal**.

**JUAN GABRIEL SOTO VIDAL**

VALDIVIA

2005

## CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

		Nota
Profesor Guía:	Sr. Mauro González Cangas	5.5 -----
Informante:	Sr. Bernardo Escobar Rodríguez	5.0 -----
Informante:	Sra. Rosa María Alzamora Mallea	6.0 -----

El Profesor Guía acredita que la presente Tesis de Grado cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.

---

Sr. Mauro González C.

## **AGRADECIMIENTOS**

Doy gracias en primer lugar a mis padres quienes me educaron y nunca dejaron de darme toda su ayuda en mis años de estudio.

Deseo agradecer al Sr. Bernardo Escobar quién años atrás me dió todo el apoyo en la realización de los ensayos realizados, tanto en el laboratorio de semillas como en el invernadero.

También quiero agradecer al mis colegas de la CONAF Atacama, quienes me ayudaron y dieron toda la facilidad para poder terminar con esta Tesis.

## *Dedicatoria*

*A mi padre Luis, que aunque ya no este presente, fue quién desde niño me enseñó el amor y respeto por la naturaleza.*

*A mi madre María, quién siempre ha estado a mi lado, dándome su amor y apoyo incondicional.*

*A mis hermosos hijos, Sofía, Aranza, Vicente y Emilio quienes me han dado el amor y las fuerzas para seguir adelante con optimismo.*

## ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Antecedentes generales sobre <i>Chusquea quila</i>	2
2.2 Tratamientos pregerminativos	4
2.3 Conceptos	4
2.3.1 Germinación	4
2.3.2 Latencia	5
3. MATERIAL Y MÉTODO	6
3.1 Semillas	6
3.2 Análisis de semillas (laboratorio)	6
3.2.1 Contenido de humedad	6
3.2.2 Número de semillas por kilo	7
3.2.3 Prueba de viabilidad	7
3.3 Aplicación de tratamientos pregerminativos	7
3.3.1 Remojo en agua fría	7
3.3.2 Estratificación en frío húmedo	7
3.4 Ensayo en cámara germinadora	8
3.4.1 Procedimiento en el establecimiento del ensayo	8
3.4.2 Duración y control del ensayo	8
3.4.3 Características estudiadas	9
3.4.4 Diseño experimental	10
3.4.5 Análisis estadístico de los resultados	10
3.5 Ensayo en invernadero	11
3.5.1 Lugar del ensayo	11
3.5.2 Características del ensayo y labores culturales	11
3.5.3 Duración y control del ensayo	11
3.5.4 Características estudiadas	11
3.5.5 Diseño experimental	12
3.5.6 Análisis estadístico de los resultados	12
4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	13
4.1 Análisis de semillas	13
4.1.1 Contenido de humedad	13
4.1.2 Número de semillas por kilo	13
4.1.3 Prueba de viabilidad	14

4.2	Ensayo en cámara germinadora	16
4.2.1	Capacidad germinativa	16
4.2.2	Energía germinativa	17
4.2.3	Valor germinativo	18
4.3	Ensayo en invernadero	19
4.3.1	Capacidad germinativa	19
4.3.2	Energía germinativa	20
4.3.3.	Valor germinativo	21
4.3.4	Sobrevivencia de plántulas de <i>Chusquea quila</i>	22
4.3.5	Crecimiento en altura y biomasa	22
4.4	Resumen de los resultados	24
5.	CONCLUSIONES	25
6.	RESUMEN	26
7.	SUMMARY	27
8.	BIBLIOGRAFÍA	28
9.	APÉNDICES	30
	1 - 8 Ensayo en cámara germinadora: C.G. y G.M.D.	
	9 - 10 Ensayo en invernadero: C.G. y G.M.D.	
	11-19 Resultados análisis estadísticos	
	20 Crecimiento y desarrollo de <i>Ch. quila</i>	

## ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Contenido de humedad de las semillas de <i>Ch. quila</i>	13
Cuadro 2.	Número de semillas por kilo de <i>Ch. quila</i>	13
Cuadro 3.	Resultados de la prueba de flotación	14
Cuadro 4.	Resultados de la prueba de corte	14
Cuadro 5.	Resultados de capacidad germinativa en cámara germinadora	16
Cuadro 6.	Resultados de energía germinativa en cámara germinadora	17
Cuadro 7.	Resultados de valor germinativo en cámara germinadora	18
Cuadro 8.	Resultados de capacidad germinativa en invernadero	19
Cuadro 9.	Resultados de energía germinativa en invernadero	20
Cuadro 10.	Resultados de valor germinativo en invernadero	21
Cuadro 11.	Sobrevivencia de <i>Ch. quila</i> en invernadero	22
Cuadro 12.	Resultados de crecimiento en altura y número de culmos	22
Cuadro 13.	Biomasa de <i>Ch. quila</i> en invernadero (Testigo)	23
Cuadro 14.	Biomasa de <i>Ch. quila</i> en invernadero (Estratificación)	23
Cuadro 15.	Resumen del análisis de semillas y ensayos	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Curvas de germinación para los distintos tratamientos. Ensayo en cámara germinadora	17
Figura 2.	Curvas de germinación para los distintos tratamientos. Ensayo en invernadero	20

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las especies más abundantes y característica de la vegetación de la zona centro-sur de Chile, es *Chusquea quila*, la cual domina típicamente el sotobosque de los bosques templados compuestos por especies de *Nothofagus spp.* a elevaciones principalmente bajo los 600 m.s.n.m. Además, esta especie cubre amplias áreas en sectores donde el bosque ha sido perturbado por causas antrópicas como madereo y/o incendios, conformando un manto verde de extraordinaria exuberancia y vigorosidad de crecimiento denominados comúnmente “quilantales” (Donoso, 1993).

Entre los años 1992-1993 tuvo lugar la floración gregaria y posterior muerte de *Chusquea quila*, desde la Provincia de Valdivia a la Provincia de Aysén (González y Donoso, 1999). Este fenómeno de características sincrónicas, no fue simultáneo en toda la macro región, sino que se desarrolló y extendió por parches de gran escala a modo de mosaico.

La importancia ecológica de esta especie ha sido demostrada en diversas investigaciones realizadas por diversos autores sobre la estructura y dinámica de diferentes tipos de bosque nativo, y el rol de influencia de las bambúceas sobre la regeneración de las especies arbóreas (Veblen, 1982; Veblen y Donoso, 1987; Veblen et al, 1979; Donoso, 1993; González y Donoso, 1999; González et al, 2002).

Considerando la importancia que el fenómeno de floración constituye, la falta de antecedentes y conocimientos ecológicos y la inexistencia de estudios de germinación de la especie *Chusquea quila*, el presente estudio pretende lograr los siguientes objetivos:

a) Objetivo general:

- Examinar el proceso de germinación y crecimiento de *Chusquea quila*, y las condiciones necesarias a través de tratamientos pregerminativos para promover una alta tasa en la capacidad y energía germinativa.

b) Objetivos específicos:

- Determinar el contenido de humedad, número de semillas/kilo y viabilidad de semillas de *Chusquea quila*.

- Determinar y analizar la capacidad y energía germinativa de las semillas de *Chusquea quila* por medio de ensayos en laboratorio y en invernadero.

- Determinar y analizar el valor germinativo de las semillas de *Chusquea quila* por medio de ensayos en laboratorio y en invernadero.

- Determinar el crecimiento en altura y biomasa de las plántulas de *Chusquea quila*.



## 2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Antecedentes generales sobre *Chusquea quila* (Kunth).

En Chile los bambúes están representados exclusivamente por el género *Chusquea* spp. (Haubrich, 1980) con un número aproximado de 12 especies (Gunckel, 1948; Muñoz, 1966; Schlegel, 1981) que se desarrollan aproximadamente desde la latitud 30°40' S hasta los 49° S (Parodi, 1945). Las especies del género *Chusquea* crecen en Chile, en zonas que cubren una amplia gama de condiciones ambientales (Schlegel, 1981).

Gran parte de las especies de este género se encuentran en la X región, representadas por *Ch. couleou*, *Ch. macrostachya*, *Ch. nigricans*, *Ch. quila*, *Ch. tenuiflora*, *Ch. uliginosa* (M. González, com. personal).

La especie *Chusquea quila* se caracteriza por su rápido crecimiento, vigorosidad y adaptación a un clima más húmedo. Un aspecto que permite su diferenciación de los otros bambúes, es su tendencia a ramificarse en forma múltiple y poseer un rizoma denso, de modo que los tallos crecen muy aglomerados (Schlegel, 1993).

Esta especie presenta una inflorescencia tipo panícula de 10 a 40 cm de largo, espiguillas brevemente pediceladas, trifloras, la terminal hermafrodita, las dos basales estériles, la flor fértil está compuesta por tres lodículas, 3 estambres con filamentos libres, un pistilo solitario en cuya base contiene un ovario glabro con dos estilos de estigmas plumosos; como fruto presenta una cariopsis cilíndrica (Muñoz, 1966).

Siendo una planta trepadora facultativa, al crecer entre los árboles puede alcanzar hasta una altura de más de 20 metros (Haverbeck, 1986). La quila a pesar de ser una especie heliófita, participa con una biomasa considerable en el sotobosque, debido a su condición de trepadora permitiéndole insertar su copa en los estratos medios del bosque (Schlegel, 1993).

Una de las características singulares de muchas especies este género es el fenómeno de floración y muerte sincrónica, que ocurre a una población luego de largos períodos vegetativos (Mc Clure, 1966). La floración de *Chusquea quila* significa que un 70 a un 90% de su población florece en el mismo año en un área relativamente extensa (Schlegel, 1993; González y Donoso 1999).

Ultimamente (desde el año 1989), este fenómeno ocurrió en los bosques templado-lluviosos de mediana a baja elevación (< 600 msnm) entre las provincias de Valdivia y Aysén, superando según cifras oficiales el millón de hectáreas afectadas (CONAF 1993). La amplitud geográfica y sincronía temporal del fenómeno sugieren que la población involucrada pertenece a la misma generación y línea hereditaria (González y Donoso 1999). Los tipos forestales afectados corresponderían esencialmente al Tipo forestal Siempreverde y Tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe, que dominan las áreas precordilleranas andinas y de la depresión intermedia de la zona centro sur de Chile.

La floración en el bambú se presenta en dos formas, una general denominada gregaria y otra esporádica. La floración gregaria se presenta al completarse el ciclo de vida de una especie, el cual corresponde al período comprendido entre la germinación de la semilla y su siguiente floración, o sea , entre dos floraciones gregarias. Según la especie, este ciclo de vida puede variar entre 3 y 120 años, después de lo cual la mayoría de las especies mueren, iniciándose un nuevo ciclo a partir de la semilla (Hidalgo,1981).

La floración esporádica es aquella que por lo general se presenta en épocas distintas a las de su ciclo fisiológico y se manifiesta sólo en uno o varios tallos de una mata o plantación, o también en varias matas de una plantación. En este caso mueren los tallos que hayan florecido en forma completa. La floración esporádica se presenta, ya sea por razones climáticas o por cortes continuos o intensivos que se hagan en una misma área o plantación, y puede ser promovida por insectos, enfermedades y aún por el fuego (Hidalgo, 1981).

Esta floración gregaria se produce en tres etapas; primero florecen esporádicamente algunos individuos, luego mas de un 90% de los individuos florecen gregariamente y finalmente florecen esporádicamente los tallos que no florecieron en las dos primeras etapas (Hidalgo, 1981). La especie en estudio presenta este tipo de patrón de floración, que luego de unas cuantas décadas en estado vegetativo, practicamente todos los individuos de la población en un área detienen su producción de culmos, follaje y rizomas, para florecer, fructificar abundantemente y luego morir (González, 2001).

Cuando llega la floración, las cañas conservan sus hojas, soliendo desfoliarse a medida que la floración avanza (Huberman, 1959). Durante la floración que ocurre en primavera –verano, la quila no tiene crecimiento vegetativo de ningún tipo y la diseminación recién ocurre en el verano siguiente. En esa misma temporada inicia el secamiento y muerte de *Ch. quila* para en otoño-invierno iniciar su proceso de descomposición (González y Donoso, 1999).

La especie *Ch. quila*, presenta un patrón de diseminación de semillas, el cual se inicia en Diciembre, alcanzando su máxima caída a principios de Enero con 51,3 millones de semillas por hectárea. Esta alta fructificación estaría demostrando que *Chusquea quila* es una de las pocas especies que presentarían este comportamiento (González y Donoso, 1999), ya que de acuerdo a McClure (1966), con más de 30 años de observaciones personales, en distintos géneros reconocidos y otros registros y publicaciones, el comportamiento de las distintas especies ha sido generalmente de escasa fructificación luego de la floración.

Según González y Donoso (1999), la viabilidad de las semillas de *Chusquea quila*, varía entre un 89% y menos de un 1%, desde fines de Diciembre hasta principios de Agosto. Los valores de máxima viabilidad de las semillas (61 a 89%) se presentan entre los meses de Diciembre y principios de Marzo, asociándose al período de máxima caída natural de las semillas. El mayor porcentaje de semillas vanas se encuentran concentradas en el lapso que va desde la segunda quincena de Marzo hasta fines de Agosto con valores que fluctúan aproximadamente entre 40 y 99% en ese período.

La mayor producción de semillas, en términos de materia seca, se encuentra entre el mes de Enero y principios de Febrero, alcanzando un valor máximo de producción de 0,25 ton/há, a comienzos de Enero, lo que coincide con la máxima caída de semillas del período (González y Donoso, 1999).

Los frutos diseminados en verano esperan hasta la primavera siguiente para germinar y formar una nueva cohorte coetánea, que crecerá vegetativamente por un lapso similar de tiempo que varía entre 60 a 70 años, para así repetir el proceso.

Durante la primavera, después de la floración sincrónica y muerte, las semillas de *Ch. quila* llegan a repoblar densamente en los claros. Casi todas las plántulas de bambú llegan a establecerse durante la primera temporada de crecimiento después de la muerte del bambú. Más tarde, solamente muy pocos individuos son capaces de establecerse (González et al, 2002). Esto sugiere que las semillas de *Ch. quila* no permanecen en dormancia, como ha sido encontrado para otras especies de *Chusquea* (Grau y Rivera-Ospina, citado por González et al, 2002).

A partir de la semilla, el crecimiento juvenil de *Chusquea quila* es relativamente rápido, demorando menos de siete años en recuperar su cobertura y biomasa original (M. González, com. personal). Es importante mencionar que la regeneración natural de la quila solamente prospera a nivel del piso donde los niveles de luminosidad son suficientes (Schlegel, 1993).

Según González et al (2002), el crecimiento de las plántulas de *Ch. quila* fue exponencial, y al parecer las plántulas de bambú continuaron su crecimiento durante la estación de invierno. Durante la segunda temporada de crecimiento, *Ch. quila* comienza a expandir su rizoma y desarrolla nuevos culmos desde su base.

## **2.2 Tratamientos pregerminativos**

Antecedentes previos respecto a las condiciones necesarias para promover la germinación de especies de *Chusquea* son inexistentes debido a la limitada disponibilidad de semillas impuesta por los ciclos reproductivos de estas especies. Así, la propagación de los bambúes ha sido principalmente realizada a través de sus rizomas (Farnelly, 1984).

## **2.3 Conceptos**

Es importante definir dos conceptos importantes en el presente estudio.

### *2.3.1 Germinación*

Según William (1991) la germinación consiste en tres procesos parcialmente simultáneos:

a) absorción de agua, principalmente por imbibición, que hace que la semilla se hinche y acabe abriéndose la cubierta seminal; b) actividad enzimática e incremento de las

tasas de respiración y asimilación, que indican la utilización de alimento almacenado y su trasposición a las zonas en crecimiento; c) engrandecimiento y divisiones celulares que tienen como consecuencia la aparición de la radícula y la plúmula.

### *2.3.2 Latencia*

Por otra parte el concepto de latencia se refiere a una condición de una semilla viable que impide que esta germine en presencia de los factores que normalmente se consideran suficientes para la germinación: temperatura adecuada, humedad y medio ambiente gaseoso. Una semilla viable es la que puede germinar en condiciones favorables, siempre que en su caso se elimine la latencia que puede estar presente (William, 1991).

En la naturaleza, diversos factores externos pueden actuar con mayor o menor rapidez para poner fin a la latencia de la cubierta seminal. Entre esos factores figuran la alternancia de calor y frío, la alternancia de condiciones húmedas y secas, el fuego y las actividades de animales, organismos del suelo, bacterias, hongos e insectos, y se interrumpe artificialmente mediante métodos como estratificación, escarificación y otros que varían según la especie (William, 1991; Daniel et al , 1982).

Muchas semillas forestales no germinan o la germinación se produce tardíamente, aún cuando las condiciones ambientales son aparentemente favorables, se dice entonces que las semillas están latentes. La latencia es una fase en la vida de la semilla después de la maduración en la cual, su desarrollo se encuentra detenido por factores estructurales o fisiológicos dependientes de la propia semilla (Hartman y Kester, 1992).

En los climas templados el equilibrio entre sustancias inhibidoras y promotoras del crecimiento se ve alterado por una combinación, a lo largo de un período de tiempo que varía según la especie, de temperaturas bajas y humedad elevada. Esa combinación se produce en forma natural durante el invierno, que es la estación menos adecuada para el crecimiento. Ello puede sin embargo poner en marcha cambios bioquímicos en el embrión que hace que se interrumpa la latencia, se inicie el metabolismo y consiguientemente se produzca la germinación (William,1991).

### 3. MATERIAL Y MÉTODO

#### 3.1 Semillas

Las semillas de *Chusquea quila* fueron recolectadas de matas al azar, las que se ubicaban en distintos sectores del Bosque Experimental San Martín, el cual se encuentra ubicado en el área más septentrional donde ocurrió el fenómeno de floración, aproximadamente a 30 km de ciudad de Valdivia.

Las semillas fueron limpiadas en terreno eliminando todas las impurezas. Posteriormente se guardaron en bolsas plásticas y se almacenaron en una cámara de frío.

La recolección fue realizada en las siguientes épocas:

22 de diciembre de 1993  
03 de enero de 1994  
20 de enero de 1994  
20 de febrero de 1994  
20 de marzo de 1994

#### 3.2 Análisis de semillas

Los análisis realizados a las semillas de *Chusquea quila* fueron efectuados al material colectado en todos los períodos, excepto para la determinación de humedad que se utilizó solo el colectado el 03 de enero.

##### 3.2.1 Contenido de Humedad

El procedimiento aplicado a las semillas fue el de secado en estufa a una temperatura constante de  $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$  durante 17 horas. Se obtuvieron seis repeticiones (muestras) de aproximadamente 1 gr escogidas al azar las que se introdujeron en recipientes metálicos a la estufa y posterior al período señalado se pesaron inmediatamente para que las semillas no absorbieran humedad.

El contenido de humedad se obtuvo por el método de doble pesada y se expresó en porcentaje según la siguiente fórmula (William, 1991):

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

Según William (1991), el contenido de humedad de la semilla debe expresarse siempre sobre la base de su peso en húmedo.

### 3.2.2 Número de semillas por kilo

Para determinar el número de semillas por kilo se tomaron 8 muestras de 100 semillas con las que se pudo calcular la desviación estándar, la media y el coeficiente de variación. Si el coeficiente de variación fue inferior a 4, entonces se aceptó la media, pero si este fue superior se obtuvieron otras 8 muestras, se calculando una nueva desviación estándar, utilizando las 16 repeticiones. Y antes de calcular la media final de la muestra se descartaron las muestras que se alejaron de la media en un valor superior al doble de la desviación estándar (William, 1991).

Los materiales empleados fueron pinzas y una balanza Sartorius con exactitud de 1 miligramo.

La fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$\text{Número de semillas / kilo} = \frac{1000 * 100}{\text{Peso x de 100 sem.}}$$

Los análisis y resultados fueron desarrollados por época de recolección de las semillas de *Ch. quila*.

### 3.2.3 Prueba de Viabilidad

La prueba de viabilidad se realizó a través de la prueba de flotación. Para ello se tomaron cuatro lotes de 100 semillas las que se colocaron en recipientes con agua fría por 24 horas. Luego tanto las semillas hundidas como las flotadas se examinaron mediante la prueba de corte para verificar la efectividad de esta prueba, y estimar la viabilidad de las semillas. La viabilidad fue determinada por época de recolección.

## 3.3 Aplicación de tratamientos pregerminativos

Los tratamientos pregerminativos fueron aplicados a las semillas colectadas el 03 de enero, las que presentaron mayor viabilidad, y de estas se tomaron aquellas que se hundieron al remojarlas durante 24 horas.

Estas semillas fueron sometidas a distintos tratamientos pregerminativos con el propósito de estimular la germinación.

### 3.3.1 Remojo en agua fría

Se aplicaron tres tratamientos: remojo 5, 10 y 15 días.

### 3.3.2 Estratificación en frío húmedo

Se aplicaron cuatro tratamientos: estratificación durante 15, 30, 45 y 60 días, en cámara de frío. a una temperatura de  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ .

En este ensayo las semillas fueron estratificadas en sustrato de arena, la cual fue previamente esterilizada en un horno durante una hora a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ . Luego se dejó enfriar y posteriormente se mezcló con un fungicida en polvo para prevenir el ataque de hongos. Se llenó con este sustrato una bolsa plástica y se agregó agua hasta humedecerla. A continuación se agregaron las semillas a la bolsa y se agitó para mezclarlas bien. Una vez cerrada la bolsa se identificó con una etiqueta, indicando en ella la especie, la fecha de inicio y término de la estratificación. A la bolsa se le hicieron unos orificios con un alfiler para permitir una buena oxigenación. Finalmente se llevaron a la cámara de frío por el tiempo que correspondió a cada tratamiento realizado.

### **3.4 Ensayo en cámara germinadora**

#### *3.4.1 Procedimiento en el establecimiento del ensayo*

De cada lote de semillas tratadas con su correspondiente tratamiento pregerminativo, se obtuvieron 4 repeticiones de 100 semillas escogidas al azar.

Las muestras fueron puestas sobre papel filtro en un germinador tipo Jacobsen o Cubeta de Copenhage. Se trata de una cubeta con agua que tiene un calefactor y cuya temperatura puede controlarse mediante un termostato. Las semillas se distribuyen encima de un papel filtro y se colocan sobre un espiral montado en placas de vidrio que están instaladas a unos 5 a 7 cm por encima de la cubeta; bajo el sustrato hay unas tiras de papel filtro que pasan por unos orificios hasta llegar al agua que está debajo. La humedad se mantiene alta en torno a la semilla colocando una campana de acrílico transparente, con un orificio en el extremo cónico que mantiene la temperatura constante y permite el intercambio gaseoso.

En la mayoría de los ensayos de laboratorio con especies de semillas pequeñas se utiliza papel como sustrato, el cual debe cumplir con los siguientes requisitos según William (1991):

- no debe ser tóxico para las semillas o plántulas
- libre de hongos y otros microorganismos
- de textura porosa para proporcionar ventilación y humedad suficiente a las semillas en germinación.

Previamente al ensayo el germinador fue totalmente esterilizado para evitar principalmente la proliferación de hongos. La temperatura de germinación del germinador fue constante entre  $20^\circ\text{C} \pm 1$ . y solo se utilizó luz natural.

#### *3.4.2 Duración y control del ensayo*

El control de la germinación se efectuó diariamente, y se consideró una semilla germinada, cuando surgió de su embrión la radícula.

En el recuento de germinación no se incluyeron los gérmenes anormales, pues estos raras veces sobreviven.

Al término del período del ensayo se cortaron y examinaron todas las semillas que no germinaron, y fueron registradas el número de semillas frescas, firmes y posiblemente viables (William, 1991).

Al no existir para esta especie antecedentes sobre su proceso de germinación, se consideró adecuado evaluar la germinación por un lapso de 28 días, lo cual es un período normal en la mayoría de los ensayos de laboratorio.

### 3.4.3 Características estudiadas

Según Czabator (1962), para analizar un lote de semillas, es necesario, además de la determinación de su viabilidad, realizar ensayos de germinación para determinar y analizar las siguientes características:

Capacidad Germinativa (C.G.): es el número total de semillas germinadas al final del ensayo, en porcentaje del número de semillas sembradas.

Energía Germinativa (E.G.): energía o vigor de un lote de semillas que puede ser expresado en términos del más alto porcentaje de germinación, en relación a un período de tiempo desde el comienzo del ensayo.

Se utiliza la denominación "Valor máximo", como expresión de la energía germinativa. Es el cociente máximo derivado del porcentaje de germinación acumulado en cualquier día, dividido por el número de días en alcanzar tal porcentaje. El valor máximo es la germinación media diaria, de un lote de semillas, al culminar la fase logarítmica de desarrollo.

Valor Germinativo (V.G.): expresa en un valor único las cualidades germinativas de un lote de semillas, ya que es un indicador de la energía germinativa en forma conjunta con la capacidad germinativa.

Para su obtención es necesario tener los valores de:

- Valor máximo, (V.M.).
- Germinación Media Diaria: es un índice de germinación total que expresa el vigor relativo y longitud del período del ensayo. Este expresa el porcentaje de semillas que germinan a diario. Para su cálculo, este corresponde al porcentaje final de germinación (capacidad germinativa), dividido por el número de días en alcanzarlo.

Luego el Valor Germinativo (V. G.) se determina a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Valor Germinativo} = V.M. * G.M.D.$$

La razón fundamental del empleo de este valor es que refleja en forma consistente y exacta, cambios en la energía germinativa y germinación total.



#### *3.4.4 Diseño experimental.*

El diseño experimental consistió en un experimento aleatorio simple donde la semilla de Ch. quila fue sometida a los distintos tratamientos pregerminativos. Cada tratamiento consideró cuatro repeticiones de 100 semillas. Dadas las condiciones homogéneas de la cámara germinadora las repeticiones fueron ordenadas por tratamiento para llevar a cabo un procedimiento de toma de datos mas eficiente.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- Testigo (remojo 24 horas), T
- Remojo en agua fría 5 días, R5
- Remojo en agua fría 10 días, R10
- Remojo en agua fría 15 días, R15
- Estratificación en frío húmedo 15 días, E15
- Estratificación en frío húmedo 30 días, E30
- Estratificación en frío húmedo 45 días, E45
- Estratificación en frío húmedo 60 días, E60.

#### *3.4.5 Análisis estadístico de los resultados*

Con los resultados de Capacidad germinativa, Valor máximo y Valor germinativo se realizó un análisis de varianza simple.

Antes de hacer el análisis de varianza fue necesario verificar si los datos cumplían con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, para lo cual se aplicaron las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Bartlett respectivamente.

Al comprobarse que los datos no cumplían con estos supuestos, fue necesario transformar los datos de Capacidad germinativa, Valor máximo y Valor germinativo, mediante la transformación Arco Seno o transformación angular, que es especialmente apropiada para porcentajes y proporciones (Ostle,1977; Sokal y Rohlf,1977).

Cuando el análisis de varianza mostró diferencias significativas, se aplicó la prueba de Comparaciones Múltiples de Student-Newman-Keul, para determinar los tratamientos que fueron significativamente diferentes entre sí (Sokal y Rohlf, 1977).

### **3.5 Ensayo en invernadero**

#### *3.5.1 Lugar del Ensayo*

Este se llevó a cabo en un invernadero del Vivero Experimental del Instituto de Silvicultura de la Facultad de Ciencias Forestales, ubicado en las afueras de la ciudad de Valdivia.

#### *3.5.2 Características del ensayo y labores culturales*

##### **Sustrato**

Se utilizó sustrato normal de vivero, sobre el cual se esparció sustrato de humus de corteza que tuvo un espesor aproximadamente entre 7 a 10 cm. Este sustrato fue incorporado en un cajón de madera.

##### **Aplicación de biocidas**

Al sustrato solo se le aplicaron fungicidas para prevención, utilizando una mezcla de Captan con Pomarsol.

##### **Riego**

El riego que posee el invernadero es por aspersión, y estuvo a cargo de personal calificado del vivero. El riego se realizó en forma diaria y según las condiciones climáticas.

##### **Control de Malezas**

Se efectuó en forma manual a medida que estas fueron apareciendo.

##### **Control de la Luminosidad**

El ensayo tuvo una protección con una Malla Rachel 50%, con el propósito de evitar el exceso de luz y temperatura.

#### *3.5.3 Duración y control del Ensayo*

La siembra fue realizada a fines de Septiembre y se evaluó hasta fines de Marzo, época en la cual ya disminuyen las temperaturas, para así abarcar el tiempo de mayor crecimiento, y además tener la seguridad de que no germinarían más semillas, es decir cuando la curva de germinación decae.

Sembradas las semillas se procedió a evaluar la germinación cada 7 días. Se consideró semilla germinada, cuando asomó la plúmula a la superficie del sustrato.

#### *3.5.4 Características estudiadas*

Las características que se determinaron y analizaron fueron las mismas que las hechas en cámara germinadora, según lo descrito por Czabator (1962). Se determinó además la biomasa y el crecimiento en altura.

-Capacidad Germinativa

-Energía Germinativa o Valor Máximo

-Valor Germinativo

-Sobrevivencia de plántulas: corresponde a la germinación total descontada la mortalidad, que haya ocurrido durante el ensayo.

-Biomasa: se determinó el peso húmedo y peso seco tanto de la parte aérea como radicular. Para ello se tomó una muestra arbitraria de 20 plantas de cada repetición. Las muestras se colocaron en bolsas de papel previamente identificadas dentro de una estufa a una temperatura constante de  $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . por un tiempo de 24 horas. Con estos valores se determinó además el contenido de humedad del tallo y la raíz de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso húmedo}}$$

-Crecimiento: como crecimiento se consideró la altura que alcanzó la plántula medida en cm, y el número de culmos que logró desarrollar hasta el periodo final del ensayo.

### *3.5.5 Diseño Experimental*

El diseño experimental consistió en un experimento aleatorio simple donde la semilla de Ch. quila fue sometida a los distintos tratamientos pregerminativos. Cada tratamiento consideró cuatro repeticiones de 100 semillas. Dadas las condiciones homogéneas que existen en el invernadero las repeticiones fueron ordenadas por tratamiento para llevar a cabo un procedimiento de toma de datos mas eficiente.

En el diseño del ensayo se consideró el Testigo y el tratamiento Estratificación en frío durante 60 días.

Tanto el sustrato como la época de siembra fueron los mismos para ambos tratamientos.

Las semillas fueron sembradas a una distancia de 2 cm sobre la hilera, a 5 cm entre las hileras y a una profundidad de  $\pm 7$  mm. La cantidad de hileras fue de 20, lo que hace un total de 100 semillas por repetición.

### *3.5.6 Análisis estadístico*

Con los valores que se obtuvieron de Capacidad Germinativa, Valor máximo y Valor germinativo se realizará un análisis de varianza simple. Para ello se procedió de la misma forma que en el ensayo en laboratorio.

## 4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Análisis de semillas

#### 4.1.1 Contenido de humedad.

El contenido promedio de humedad alcanzó un 11,5% para las semillas colectadas en la primera semana de enero (Cuadro 1).

Cuadro 1. Contenido de humedad de las semillas de *Ch. quila*.

Repeticiones	Peso húmedo (gr)	Peso seco (gr)
1	1,0026	0,8872
2	1,0005	0,8860
3	1,0016	0,8866
4	1,0027	0,8876
5	1,0020	0,8860
6	1,0024	0,8868
Promedio	1,0020	0,8867
Contenido de humedad = 11,5 %		

#### 4.1.2 Número de semillas por kilo

El número promedio por kilogramo tuvo un rango de 233.209 a 996.016 (Cuadro 2). El aumento que se puede observar en la cantidad de semillas desde el 03 de enero al 20 de Marzo se debe a que las semillas viables fueron las primeras en dispersarse y las semillas vanas quedaron unidas y sin caer de las matas de quila, desde donde fueron recolectadas.

Cuadro 2. Número de semillas por kilogramo de *Ch. quila*.

Número de Semillas por Kilogramo	Época de Recolección				
	22 Dic	03 Ene	20 Ene	20 Feb	20 Mar
	392.397 ± 3.524	233.209 ± 11.645	401.445 ± 12.329	687.285 ± 10.639	996.016 ± 7.490

Esto coincide con lo señalado por González y Donoso (1999) quienes encontraron un monto máximo de diseminación de 51,3 millones de semillas por hectárea alcanzado

a inicios del mes de Enero en comparación a otro monto máximo de diseminación de 39,2 millones de semillas por hectárea alcanzado en Abril, sin embargo el primer máximo corresponde al período en que el fruto ha logrado su máxima madurez siendo diseminado en forma natural y masiva. Mientras que el segundo máximo estaría asociado a factores climáticos de viento y lluvia que desprendió gran cantidad de semillas huecas o vanas.

La recolección de semillas de quila en una próxima floración, debería realizarse durante la primera semana de Enero, donde se presentaría la mayor cantidad de semillas viables para recolectar desde las matas de quila.

#### 4.1.3 Prueba de viabilidad

La semilla recolectada el 3 de Enero es la que presenta el mayor porcentaje de semillas hundidas lo que potencialmente significa un 39,5 % de semillas viables (Cuadro 3). Para obtener un valor más aproximado de la viabilidad, a las semillas hundidas se le aplicó la prueba de corte. Los resultados de esta prueba indican que la prueba de flotación es un método adecuado para separar el material viable (con endosperma) de aquel vano (Cuadro 4).

Cuadro 3. Resultados de la prueba de flotación.

Semillas	Época de Recolección				
	22 Dic	03 Ene	20 Ene	20 Feb	20 Mar
Hundidas (%)	18	39,5	18,5	8	4
Flotadas (%)	82	60,5	81,5	92	96
Total (%)	100	100	100	100	100

Cuadro 4. Resultados de la prueba de corte.

Semillas	Época de recolección				
	22 Dic.	3 Ene.	20 Ene.	20 Feb.	20 Mar.
Viables (%)	97,2	94,4	97,3	75	69
Vanas (%)	2,8	5,6	2,7	25	31
Total (%)	100	100	100	100	100

Después de aplicada la prueba de corte a las semillas hundidas que se recolectaron el 3 de enero , esta nos da una viabilidad de un 37,3%.

González y Donoso (1999) encontraron los valores más altos de viabilidad entre la primera semana de enero y fines de febrero del año 1994, los cuales superaron el 80 % de semillas viables.

Según González y Donoso (1999), las semillas vanas o huecas a la prueba de corte, correspondieron básicamente a aquellas semillas sin endosperma, es decir donde no hubo fecundación de la flor, siendo inapreciable la inviabilidad de semillas por factores de daño por insectos u otros organismos, lo que puede ser explicado por el largo ciclo la especie, por lo que plagas y enfermedades no tienen posibilidad de mantener y desarrollar sus ciclos permanentemente sobre estos frutos ó semillas.

## 4.2 Ensayo en cámara germinadora

### 4.2.1 Capacidad germinativa

Los resultados se muestran en el Cuadro 5, y son expresados en porcentaje.

Cuadro 5. Resultados de capacidad germinativa en cámara germinadora.

Repeticiones	Tratamientos pregerminativos							
	T	R5	R10	R15	E15	E30	E45	E60
1	0	1	2	3	6	3	8	5
2	2	1	0	1	4	8	4	4
3	2	2	0	5	6	5	3	4
4	2	3	2	3	4	2	3	3
Media	1,5	1,75	1	3	5	4,5	4,5	4

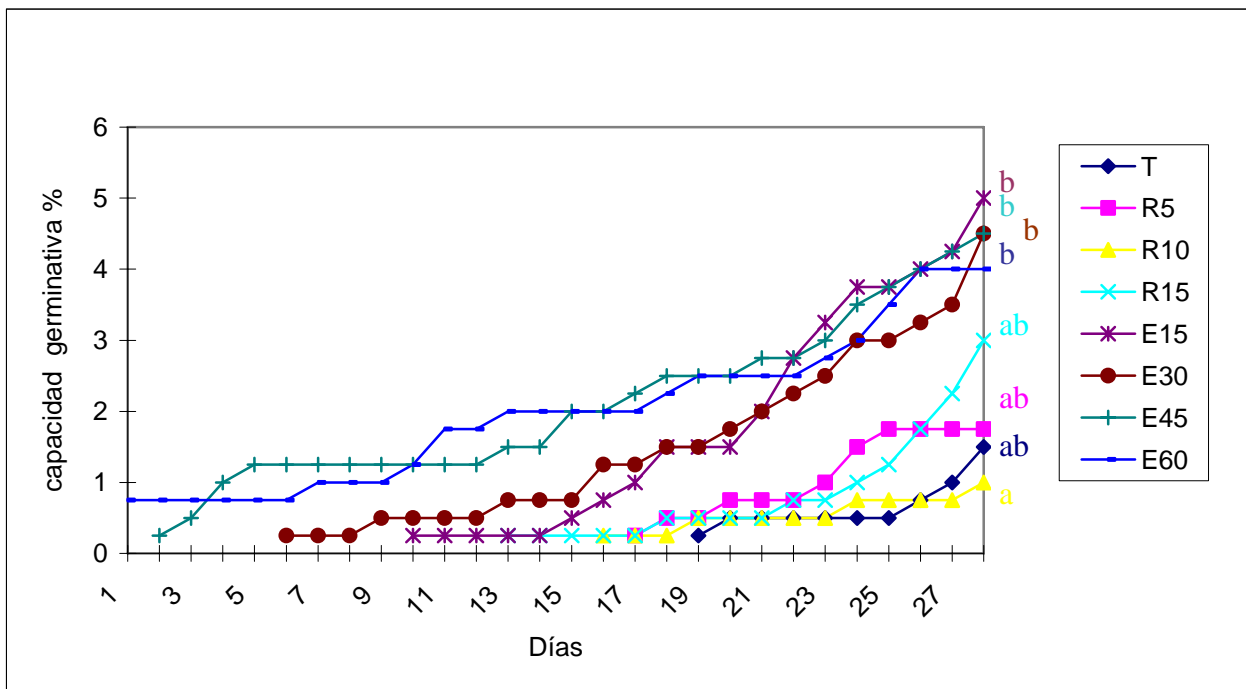
De acuerdo a los valores entregados por la prueba de F, existe un efecto significativo de los tratamientos en la capacidad germinativa (Apéndice 11, Figura 1). El patrón más claro es que las semillas sometidas a los tratamientos estratificación en frío húmedo fueron más exitosos.

Al realizar la prueba de comparaciones múltiples de SNK (Apéndice 12), se observó que el único tratamiento que presenta diferencias significativas con todos los tratamientos de estratificación en frío, es el tratamiento de remojo en agua fría durante 10 días. Esta diferencia se produjo por su baja capacidad germinativa de un 1%. Por otra parte no presentó diferencias significativas con los otros tratamientos de remojo en agua fría y el testigo.

Los resultados de germinación acumulada y germinación media diaria, para los distintos tratamientos pregerminativos en el ensayo en cámara germinadora se encuentran en los APÉNDICES 1 al 8.

La curva de germinación acumulada en el ensayo en cámara germinadora, para los distintos tratamientos pregerminativos se observa en la Figura 1.

Figura 1. Curvas de germinación para los distintos tratamientos.  
Ensayo en Cámara germinadora



En la Figura 1 se puede apreciar el desarrollo de la germinación, donde claramente se observa que las semillas sometidas a los tratamientos de estratificación en frío húmedo germinaron antes y alcanzaron mayor capacidad germinativa que las semillas sometidas a remojo en agua fría y al testigo.

#### 4.2.2 Energía germinativa.

Los resultados se presentan en el Cuadro 6, y son expresados en (%/día).

Cuadro 6. Resultados de energía germinativa en cámara germinadora.

Repeti ciones	Tratamientos pregerminativos							
	T	R5	R10	R15	E15	E30	E45	E60
1	0,0000	0,0416	0,0833	0,1070	0,2222	0,1111	0,3333	0,2000
2	0,0714	0,0400	0,0000	0,0370	0,1428	0,2916	0,1666	0,1538
3	0,0714	0,0833	0,0000	0,1785	0,2142	0,1785	0,1153	0,1538
4	0,1000	0,1500	0,0833	0,1250	0,1666	0,0714	0,1071	0,1200
Media	0,0607	0,0787	0,0386	0,1119	0,1864	0,1631	0,1806	0,1569



De acuerdo a los valores entregados por la prueba de F, existe un efecto poco significativo de los tratamientos en la energía germinativa (Apéndice 13).

Al realizar la prueba de comparaciones múltiples de SNK (Apéndice 14), se observó que el único tratamiento que presentó diferencias significativas con todos los tratamientos de estratificación en frío, es el tratamiento de remojo en agua fría durante 10 días. Este sin embargo no presentó diferencias significativas con los otros tratamientos de remojo en agua fría y el testigo.

Los valores mas altos de energía germinativa fueron alcanzados por los tratamientos de estratificación en frío húmedo, lo que nos señala que al someter a las semillas a esta condición de frío mejoró la energía germinativa, lo que significó que estas germinaron antes que las semillas solo sometidas a remojo en agua fría.

#### 4.2.3 Valor germinativo

Los resultados se presentan en el Cuadro 7, y corresponden a los valores originales.

Cuadro 7. Resultados de valor germinativo en cámara germinadora.

Repeti ciones	Tratamientos pregerminativos							
	T	R5	R10	R15	E15	E30	E45	E60
1	0,0000	0,0014	0,0059	0,0144	0,0475	0,0118	0,0952	0,0357
2	0,0051	0,0014	0,0000	0,0013	0,0203	0,0833	0,0237	0,0219
3	0,0051	0,0059	0,0000	0,0318	0,0458	0,0318	0,0123	0,0219
4	0,0071	0,0160	0,0051	0,0133	0,0237	0,0051	0,0114	0,0128
Media	0,0043	0,0061	0,0027	0,0144	0,0343	0,0330	0,0356	0,0230

De acuerdo a los valores entregados por la prueba de F, existe un efecto significativo de los tratamientos en el valor germinativo (Apéndice 13).

Al realizar la prueba de comparaciones múltiples de SNK (Apéndice 16), se observó que el único tratamiento que presentó diferencias significativas con todos los tratamientos de estratificación en frío, fue el tratamiento de remojo en agua fría durante 10 días. Este no presentó diferencias significativas con los otros tratamientos de remojo y el testigo.

Los tratamientos de estratificación en frío húmedo durante 15, 30 y 45 días alcanzan los valores más altos de valor germinativo.

### 4.3 Ensayo en invernadero

#### 4.3.1 Capacidad germinativa

Los resultados se presentan en el Cuadro 8, y son expresados en %.

Cuadro 8. Resultados de capacidad germinativa en invernadero.

Repeticiones	Tratamientos pregerminativos	
	Testigo	Estratificación 60 días
1	74	72
2	66	74
3	62	64
4	54	62
Media	64	68

De acuerdo a los resultados entregados por la prueba, no existe diferencia significativa entre el tratamiento estratificación en frío durante 60 días y el testigo en la capacidad germinativa (Apéndice 17, Figura 2).

Esto se debe al mayor tiempo que tuvo cada semilla viable para germinar (6 meses aprox.) en comparación a los 28 días de duración del ensayo en cámara germinadora.

El testigo que presentó una capacidad germinativa de un 1,5% en cámara germinadora, aumentó a un 64% en invernadero, lo mismo para la estratificación en frío durante 60 días que aumentó de un 4% en cámara germinadora a un 68% en invernadero.

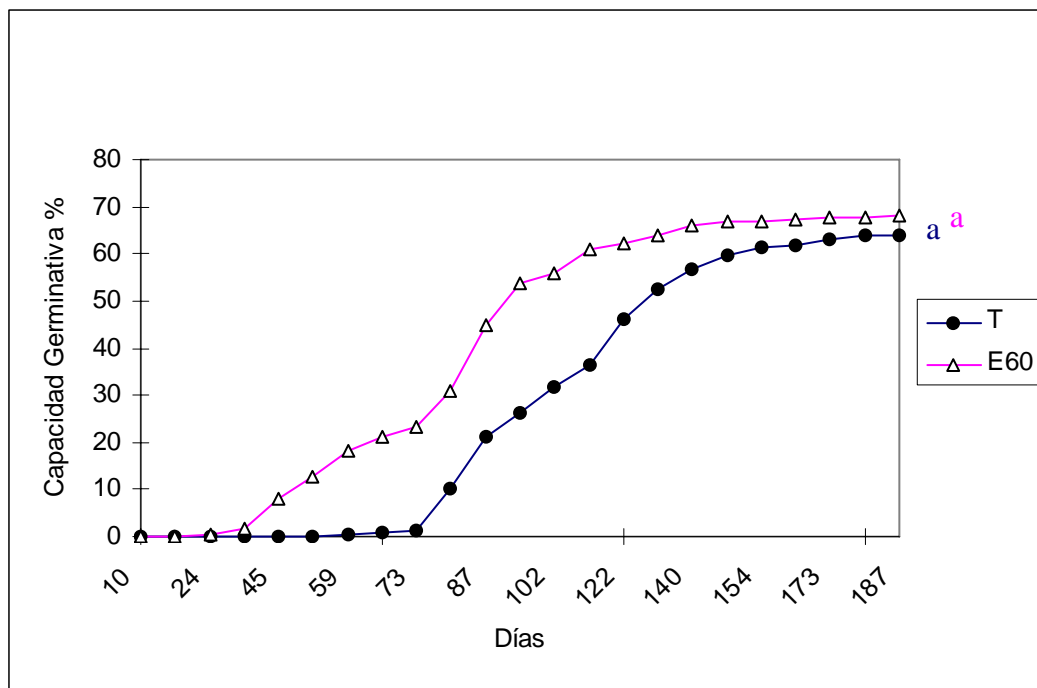
La germinación en el tratamiento estratificación en frío durante 60 días, comenzó a los 31 días (1 mes) y en el testigo a los 66 días (2 meses), desde la siembra de las semillas, lo que señala que la estratificación promueve la germinación mejorando la energía germinativa.

Según González (2001), posterior al proceso de diseminación, las semillas sólo muestran un breve período de dormancia invernal, germinando masivamente en la primavera siguiente. Esto coincide con los resultados obtenidos en este estudio en el sentido que las semillas necesitarían un proceso de estratificación para una mayor y rápida germinación.

Los resultados de germinación acumulada y germinación media diaria se presentan en los Apéndices N° 9 y N° 10.

El desarrollo de la germinación se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Curvas de germinación para los distintos tratamientos.  
Ensayo en invernadero.



Se observa en la Figura 2 que ambos tratamientos pregerminativos alcanzan casi el mismo valor de capacidad germinativa, los cuales además no presentaron diferencias significativas. Por otra parte se puede apreciar que después de seis meses las curvas de germinación se estabilizan, no germinando más semillas.

#### 4.3.2 Energía germinativa

Los resultados se presentan en el Cuadro 9, y es expresada en %/día.

Cuadro 9. Resultados de energía germinativa en invernadero.

Repeticiones	Tratamientos pregerminativos	
	Testigo	Estratificación 60 días
1	0,4489	0,5686
2	0,4651	0,6330
3	0,4341	0,5684
4	0,3401	0,5229
Media	0,4220	0,5732

De acuerdo a los valores entregados por la prueba F, existe una diferencia muy significativa, entre el tratamiento estratificación en frío durante 60 días y el testigo en la energía germinativa (Apéndice 18).

El tratamiento estratificación en frío durante 60 días obtuvo un valor de 0,5732 a los 104 días (3,5 meses) desde la siembra de las semillas, superando al testigo que alcanzó un valor de 0,4220 a los 138 días (4,6 meses). Esto coincide con lo anterior señalado lo que nos confirma que al estratificar las semillas se mejora la energía germinativa.

#### 4.3.3 Valor germinativo

Los resultados se presentan en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Resultados de valor germinativo en invernadero.

Repeticiones	Tratamientos pregerminativos	
	Testigo	Estratificación 60 días
1	0,1776	0,2189
2	0,1641	0,2504
3	0,1439	0,1945
4	0,0981	0,1733
Media	0,1459	0,2092

De acuerdo a los resultados entregados por la prueba de F, existe una diferencia significativa entre el tratamiento estratificación en frío durante 60 días y el testigo en el valor germinativo.

El tratamiento estratificación en frío durante 60 días obtuvo un valor germinativo de 0,2092 siendo superior al testigo que alcanzó un valor germinativo de 0,1459. Esta diferencia significativa nos indica que al estratificar las semillas muestran mayor vigor que las semillas remojadas solo 24 horas.

#### 4.3.4. Supervivencia de plántulas de *Ch. quila*

Los resultados se presentan en el Cuadro 11, y son expresados en %.

Cuadro 11. Supervivencia de plántulas en invernadero.

Repeticiones	Tratamientos			
	Testigo		Estrat. 60 días	
	Mortalidad	Superviv.	Mortalidad	Superviv.
1	0	100	1,4	98,6
2	0	100	0	100
3	1,6	98,4	0	100
4	0	100	1,6	98,4
Media	0,40	99,6	0,25	99,25

Se observa en el Cuadro 11 la baja mortalidad, no superando en ambos tratamientos el 0,5 %.

Las plántulas que no fueron capaces de sobrevivir, correspondieron a plántulas albinas, plántulas de quila que al no poder realizar fotosíntesis por la falta de clorofila, mueren al agotarse los nutrientes contenidos en su endosperma. Ninguna plántula creciendo en forma normal, murió al finalizar el ensayo en el invernadero.

#### 4.3.5 Crecimiento en altura y Biomasa.

Los resultados de crecimiento de las plántulas de quila se presentan en el Cuadro 12. En el Apéndice 20 se muestran los culmos de *Ch. quila*.

Cuadro 12. Resultados de crecimiento en altura (cm) y número de culmos.

Repeticiones	Tratamientos			
	Testigo		Estrat. 60 días	
	Altura	Culmos	Altura	Culmos
1	15,85	4,05	23,15	5,90
2	20,20	4,45	29,60	6,55
3	23,95	5,10	26,70	5,20
4	18,00	5,05	21,90	5,55
Media	19,50	5	25,34	6

La diferencia de crecimiento en altura observada en el Cuadro 12 se debe a que las plántulas provenientes de semillas estratificadas germinaron antes.

La diferencia de crecimiento de las plántulas en promedio, fue de 6 cm. en altura, y solo de 1 culmo.

Según las observaciones hechas en invernadero, la planta comienza a desarrollar culmos tempranamente, entre 4 a 6 aproximadamente.

Los resultados de biomasa, expresados a través de su peso húmedo y seco, se presentan por tratamiento en los Cuadros 13 y 14 respectivamente.

Cuadro 13. Biomasa de *Ch. quila*, expresado en gramos.

Repeticiones	Testigo			
	Peso húmedo		Peso seco	
	Tallo	Raíz	Tallo	Raíz
1	0,62	0,43	0,12	0,07
2	0,76	0,41	0,19	0,06
3	1,08	0,56	0,24	0,08
4	0,84	0,61	0,20	0,09
Media	0,82	0,50	0,19	0,075
Contenido de humedad	Tallo = 76,8 %		Raíz = 85%	

Cuadro 14. Biomasa de *Ch. quila*, expresado en gramos.

Repeticiones	Estratificación 60 días			
	Peso húmedo		Peso seco	
	Tallo	Raíz	Tallo	Raíz
1	1,53	0,43	0,41	0,10
2	2,79	0,90	0,69	0,12
3	1,92	0,82	0,46	0,15
4	1,40	0,84	0,33	0,14
Media	1,91	0,75	0,47	0,12
Contenido de humedad	Tallo = 75,4%		Raíz = 84%	

Dado que el crecimiento está relacionado con el aumento de la biomasa, la mayor biomasa las tienen las plántulas que emergieron antes (estratificación 60 días), alcanzando un promedio de 0,59 gramos de materia seca lo que se observa en el Cuadro 14.

Los contenidos de humedad, de la parte aérea y radicular de las plántulas de *Ch. quila* para ambos tratamientos son similares.

#### 4.4 Resumen de los resultados

El resumen de los resultados obtenidos en el presente estudio se muestran en el Cuadro 15. Los valores corresponden a las medias calculadas.

Cuadro 15. Cuadro resumen de resultados del estudio.

Análisis de semillas								
Contenido de humedad (%)	11,5							
Número de semillas / kg	233.209 ± 11.645							
Viabilidad (%)	37.3							
Ensayo en cámara germinadora	Tratamientos pregerminativos							
Parámetros	T	R5	R10	R15	E15	E30	E45	E60
Capacidad germinativa (%)	1,5	1,75	1,0	3,0	5	4,5	4,5	4,0
Energía germinativa (%/día)	0,061	0,079	0,039	0,112	0,186	0,163	0,181	0,157
Valor germinativo	0,004	0,006	0,003	0,014	0,034	0,033	0,036	0,023
Análisis estadístico	ab	ab	a	ab	b	b	b	b
Ensayo en invernadero	Tratamientos pregerminativos							
Parámetros	T				E60			
Capacidad germinativa (%)	64				68			
Energía germinativa (%/día)	0,4220				0,5732			
Valor germinativo	0,1459				0,2092			
Análisis estadístico	a				a			
Sobrevivencia de plántulas (%)	99,6				99,25			
Crecimiento en altura (cm)	19,50				25,34			
Desarrollo de culmos (n)	5				6			
Biomasa (grs) (peso seco)	0,265				0,59			
Contenido de humedad (%) (tallo y raíz)	80,9				79,7			

## 5. CONCLUSIONES

### Del análisis de las semillas:

- Las semillas de *Chusquea quila* presentan un bajo contenido de humedad de un 11,5%.
- El número promedio de semillas por kilogramo, correspondiente a las semillas de mayor porcentaje de viabilidad (03 de enero), fue de 233.209.
- Para esta misma fecha de recolección la viabilidad obtenida mediante la prueba de flotación seguida por una prueba de corte, alcanzó un 37,3%.
- La recolección de las semillas en diferentes meses nos indicó, a través de la prueba de flotación y de corte, que la semilla de *Ch. quila* debería ser recolectada desde fines de diciembre a la primera quincena de enero para contar con semillas de mayor calidad.

### Del ensayo en cámara germinadora:

- Una mayor capacidad, energía y valor germinativo en laboratorio es alcanzada mediante la estratificación de las semillas en comparación a los tratamientos de remojo en agua y al testigo.
- Tanto en la capacidad, energía y valor germinativo, a excepción del tratamiento remojo en agua fría por 10 días, ninguno de los tratamientos presentaron diferencias significativas.

### Del ensayo en invernadero:

- Si bien, la capacidad germinativa al estratificar las semillas durante 60 días en comparación con el testigo son similares ( 68% y 64% respectivamente ), la estratificación mejora la energía germinativa, haciendo que las semillas comiencen a germinar un mes antes que las semillas sin tratamiento.
- Al finalizar el proceso de germinación, después de seis meses desde la siembra, las sobrevivencia de las plántulas fue de un 100%.
- El crecimiento promedio que una plántula de *Ch. quila* alcanza después de 4 meses en invernadero, es una altura de 25,43 cm, y desarrolla 6 culmos.
- De los ensayos realizados podemos concluir que las semillas de *Chusquea quila* presentan una marcada latencia.
- Es necesario realizar siempre ensayos tanto en laboratorio como en invernadero para verificar si las semillas presentan o no latencia.



## 6. RESUMEN

El trabajo de tesis se focalizó en la determinación de la capacidad y energía germinativa de las semillas de la bambúcea *Chusquea quila*, bajo distintos tratamientos pregerminativos en cámara germinadora y en invernadero.

En cámara germinadora, los tratamientos pregerminativos aplicados fueron: remojo en agua fría durante 5, 10 y 15 días; estratificación en frío húmedo a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1$  durante 15, 30, 45 y 60 días, además de un testigo.

En terreno, el ensayo se llevó a efecto en un invernadero, y el tratamiento pregerminativo ensayado fue estratificación en frío húmedo a  $4^{\circ}\text{C} \pm 1$  durante 60 días, además de un testigo para comparación.

La siembra en invernadero fue hecha la última semana de septiembre en sustrato de corteza, por un período de seis meses.

De este ensayo se obtuvo una muestra de plántulas para determinar el crecimiento en altura y el número de culmos desarrollados. De la misma muestra se determinó la biomasa, expresada como peso seco.

Los parámetros utilizados para la evaluación fueron: capacidad germinativa, energía germinativa (valor máximo) y valor germinativo.

Todos los tratamientos de estratificación en frío húmedo alcanzaron mayores valores en estos parámetros en comparación a los tratamientos de remojo en agua fría y el testigo.

Sin embargo, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos en los parámetros evaluados, a excepción del tratamiento remojo en agua fría durante 10 días que mostró diferencias significativas con todos los tratamientos de estratificación en frío húmedo, dada por la baja capacidad germinativa que alcanzó.

Los resultados obtenidos permitieron establecer que la semilla de *Ch. quila* presenta una marcada latencia fisiológica.

**Palabras clave:** *Chusquea quila*, tratamientos pregerminativos.

## 7. SUMMARY

The thesis study was orientated in the determination of the capacity and germinative energy of the seeds of the *Chusquea quila* Kunth (*Bambuseae*) , in tryals out in camera germinative and hothouse.

In camera germinative, the treatments pregerminatives applied in the tryals were: soaking in cold water during 5, 10 and 15 days; stratification in humid cold at  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  during 15, 30, 45 and 60 days, besides a control for comparison.

In land, the tryals was taken to effect in a hothouse, and the treatment rehearsed pregerminative was stratification in humid cold at  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  during 60 days, besides a control for comparison.

The sowing in hothouse was made the last week of September in bark substrate, lasting the tryals six months.

From this tryals a seedlings sampling was obtained to determine the growth, by the height and the number of developed culms. Of the same sampling the biomass was determined, expressed as dry weight.

The parameters used for the evaluation were: germinative capacity, germinative energy (maximum value) and germinative value.

All the stratification treatments by humid cold got higher values on germinative capacity, germinative energy and germinative value parameters compared with the soaking in cold water and the control.

However, it didn't exist significant differences between treatments on the evaluated parameters, excepting soaking in cold water by 10 days, because this one presented significant differences with all treatments of stratification in humid cold because lower germinative capacity this treatment presented.

Results let establish that *Chusquea quila* seeds present a significant physiologic latency.

**Key words:** *Chusquea quila*, pregerminatives treatments.

## 8. BIBLIOGRAFÍA.

- Czabator, F. J. 1962. Germination value: an index speed germination and completeness of pine seed germination. *Forest Science* 8(4) 386-396.
- CONAF (1993) Antecedentes técnicos y diagnóstico general de incendios forestales en la décima región derivado del fenómeno de la quila seca. Temporada 1993-1994. Programa Manejo del Fuego. Corporación Nacional Forestal. Ministerio de Agricultura. 25 p.
- Daniel, W. T. Helms & J. Baker. 1982. *Principios de Silvicultura*. Mc. Graw-Hill. México. 492 p.
- Donoso, C. 1993. *Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica*. Ed. Universitaria Stgo. Chile. 484 p.
- Farnelly, D. 1984. *The book of bamboo*. Sierra Club Books, San Francisco, USA. 332 p.
- González, M. 2001. Fenología de *Chusquea quila* durante su floración gregaria en la Zona centro-sur de Chile. *Revista Bosque* 22(2): 45-51.
- González, ME. TT Veblen, C Donoso & L Valeria 2002. Tree regeneration responses in a lowland Nothofagus-dominated forest after bamboo dieback in South-Central Chile. *Plant Ecology* 161: 59-73.
- González, M. y Donoso, C. 1999. Producción de semillas y hojarasca en *Chusquea quila* (*Poaceae: Bambusoideae*), posterior a su floración sincrónica en la zona Centro-Sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 169-180.
- Gunckel, L.H. 1948. La floración de la quila y del colihue en la Araucanía. *Ciencia e Investigación* 4:91-95.
- Hartman, H. y D. Kester. 1992. *Propagación de plantas. Principios y prácticas*. Editorial Continental. México. 760 p.
- Haubrich, R. 1980. The American bamboos : Part I, Species cultivated in the U.S. *J. Amer. Bamboo Soc.* 1(2): 25-31.
- Haverbeck, R. 1983. Estudio del crecimiento, variación morfológica y reacción al corte de Colihue (*Chusquea culeou* Desv.) en un bosque de Coigüe Tapa Mañío, en el predio San Pablo de Tregua, Panguipulli. Tesis Ing. For. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales. 124 p.
- Hidalgo, O. 1981. Floración del Bambú-La importancia de los ciclos de vida en el futuro industrial del Bambú. En: 1er Simposio Latinoamericano sobre Bambú. Manizales. (Colombia). Agosto 1981, 26p.

- Huberman, M. A. 1959. La Silvicultura del bambú. Separata de Unasyuva 13(1) 36-43.
- McClure, F. A. 1956 . The Bamboos: A fresh perspective. Harvard University Press, Cambridge mass. 347 p.
- Muñoz, C. 1966. Sinopsis de la flora chilena. 2ª Edición. Ediciones de la Universidad de Chile. Stgo. 500p
- Ostle, B. 1977. Estadística Aplicada. Ed. Limusa. México. 629 p.
- Parodi, R. L. 1945. Sinopsis de las gramíneas chilenas del género *Chusquea*. Revista Universitaria (Universidad Católica de Chile). 30: 61-71.
- Schlegel, F. 1981. Las especies de *Chusquea* en Chile: Distribución y características ecológicas. En 1er Simposium Latinoamericano sobre bambú. No publicado.
- Schlegel, F. 1993. El problema de la floración. Revista Chile Forestal. 206: 35-37.
- Sokal, R. y Rohlf, F. 1977. Biometría: Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Trad. Miguel Lahoz León. Madrid. España. Blume. 832 p.
- Veblen, T. 1982. Grow patterns of *Chusquea* bamboos in nthe understory of Chilean *Nothofagus* forests and their influences in forest dynamics. Bulletin of the Torrey Botanical Club 109: 474-487.
- Veblen, T. D. Ashton. & F Schlegel. 1979. Tree regeneration strategies in a lowland *Nothofagus*- dominated forest in south-central Chile. Journal Biogeographi 6: 329-340.
- Veblen, T. y C. Donoso. 1987. Alteración natural y dinámica regenerativa de las especies chilenas de *Nothofagus* de la región de Los Lagos. Bosque 8 (2): 133-142.
- William, R.L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Estudio FAO Montes 20/2. Roma. 502 p.

## **9. APÉNDICES**

## Apéndice 1. Ensayo en cámara germinadora

ENSAYO T

Días desde la siembra	Capacidad germinativa acumulada (%)					Germinación media diaria (%/día)			
	repeticiones				media	repeticiones			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19				1	0,25				0,0526
20				2	0,50				0,1000
21				2	0,50				0,0952
22				2	0,50				0,0909
23				2	0,50				0,0870
24				2	0,50				0,0833
25				2	0,50				0,0800
26			1	2	0,75			0,0385	0,0769
27		1	1	2	1,00		0,0370	0,0370	0,0741
28		2	2	2	1,50		0,0714	0,0714	0,0714
Ensayo de Corte (%)	90	82	78	75	82,75				

## Apéndice 2. Ensayo en cámara germinadora

ENSAYO R 5

Días desde la siembra	Capacidad germinativa acumulada (%)					Germinación media diaria (%/día)			
	repeticiones				media	repeticiones			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17				1	0,25				0,0588
18				2	0,50				0,1111
19				2	0,50				0,1053
20				3	0,75				0,1500
21				3	0,75				0,1429
22				3	0,75				0,1364
23			1	3	1,00			0,0435	0,1304
24	1		2	3	1,50	0,0417		0,0833	0,1250
25	1	1	2	3	1,75	0,0400	0,0400	0,0800	0,1200
26	1	1	2	3	1,75	0,0385	0,0385	0,0769	0,1154
27	1	1	2	3	1,75	0,0370	0,0370	0,0741	0,1111
28	1	1	2	3	1,75	0,0357	0,0357	0,0714	0,1071
Ensayo de Corte (%)	94	91	80	89	90,25				

### Apéndice 3. Ensayo en cámara germinadora

ENSAYO R 10

Días desde la siembra	Capacidad germinativa acumulada (%)					Germinación media diaria (%/día)			
	repeticiones				media	repeticiones			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16	1				0,25	0,0625			
17	1				0,25	0,0588			
18	1				0,25	0,0556			
19	1			1	0,50	0,0526			0,0526
20	1			1	0,50	0,0500			0,0500
21	1			1	0,50	0,0476			0,0476
22	1			1	0,50	0,0455			0,0455
23	1			1	0,50	0,0435			0,0435
24	2			1	0,75	0,0833			0,0417
25	2			1	0,75	0,0800			0,0400
26	2			1	0,75	0,0769			0,0385
27	2			1	0,75	0,0741			0,0370
28	2			2	1,00	0,0714			0,0714
Ensayo de Corte (%)	94	94	92	90	93,5				



### Apéndice 4. Ensayo en cámara germinadora

ENSAYO R 15

Días desde la siembra	Capacidad germinativa acumulada (%)					Germinación media diaria (%/día)			
	repeticiones				media	repeticiones			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13				1	0,25				0,0769
14				1	0,25				0,0714
15				1	0,25				0,0667
16				1	0,25				0,0625
17				1	0,25				0,0588
18				2	0,50				0,1111
19				2	0,50				0,1053
20				2	0,50				0,1000
21				2	0,50				0,0952
22	1			2	0,75	0,0455			0,0909
23	1			2	0,75	0,0435			0,0870
24	1			3	1,00	0,0417			0,1250
25	1		1	3	1,25	0,0400		0,0400	0,1200
26	2		2	3	1,75	0,0769		0,0769	0,1154
27	2	1	3	3	2,25	0,0741	0,0370	0,1111	0,1111
28	3	1	5	3	3,00	0,1071	0,0357	0,1786	0,1071
Ensayo de Corte (%)	90	95	88	95	95				

## Apéndice 5. Ensayo en cámara germinadora

ENSAYO E 15

Días desde la siembra	Capacidad germinativa acumulada (%)					Germinación media diaria (%/día)			
	repeticiones				media	repeticiones			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10	1				0,25	0,1000			
11	1				0,25	0,0909			
12	1				0,25	0,0833			
13	1				0,25	0,0769			
14	1				0,25	0,0714			
15	2				0,50	0,1333			
16	2			1	0,75	0,1250			0,0625
17	2		1	1	1,00	0,1176		0,0588	0,0588
18	3		2	1	1,50	0,1667		0,1111	0,0556
19	3		2	1	1,50	0,1579		0,1053	0,0526
20	3		2	1	1,50	0,1500		0,1000	0,0500
21	4		2	2	2,00	0,1905		0,0952	0,0952
22	5		3	3	2,75	0,2273		0,1364	0,1364
23	5	1	4	3	3,25	0,2174	0,0435	0,1739	0,1304
24	5	1	5	4	3,75	0,2083	0,0417	0,2083	0,1667
25	5	1	5	4	3,75	0,2000	0,0400	0,2000	0,1600
26	5	2	5	4	4,00	0,1923	0,0769	0,1923	0,1538
27	6	2	5	4	4,25	0,2222	0,0741	0,1852	0,1481
28	6	4	6	4	5,00	0,2143	0,1429	0,2143	0,1429
Ensayo de Corte (%)	85	87	88	90	92,5				

## Apéndice 6. Ensayo en cámara germinadora

ENSAYO E 30

Días desde la siembra	Capacidad germinativa acumulada (%)					Germinación media diaria (%/día)			
	repeticiones				media	repeticiones			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1									
2									
3									
4									
5									
6		1			0,25		0,1667		
7		1			0,25		0,1429		
8		1			0,25		0,1250		
9	1	1			0,50	0,1111	0,1111		
10	1	1			0,50	0,1000	0,1000		
11	1	1			0,50	0,0909	0,0909		
12	1	1			0,50	0,0833	0,0833		
13	1	1	1		0,75	0,0769	0,0769	0,0769	
14	1	1	1		0,75	0,0714	0,0714	0,0714	
15	1	1	1		0,75	0,0667	0,0667	0,0667	
16	1	2	2		1,25	0,0625	0,1250	0,1250	
17	1	2	2		1,25	0,0588	0,1176	0,1176	
18	1	3	2		1,50	0,0556	0,1667	0,1111	
19	1	3	2		1,50	0,0526	0,1579	0,1053	
20	1	3	3		1,75	0,0500	0,1500	0,1500	
21	1	4	3		2,00	0,0476	0,1905	0,1429	
22	1	5	3		2,25	0,0455	0,2273	0,1364	
23	1	6	3		2,50	0,0435	0,2609	0,1304	
24	2	7	3		3,00	0,0833	0,2917	0,1250	
25	2	7	3		3,00	0,0800	0,2800	0,1200	
26	2	7	4		3,25	0,0769	0,2692	0,1538	
27	2	7	4	1	3,50	0,0741	0,2593	0,1481	0,0370
28	3	8	5	2	4,50	0,1071	0,2857	0,1786	0,0714
Ensayo de Corte (%)	94	86	95	89	95,5				

## Apéndice 7. Ensayo en cámara germinadora

ENSAYO E 45

Días desde la siembra	Capacidad germinativa acumulada (%)					Germinación media diaria (%/día)			
	repeticiones				media	repeticiones			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1									
2			1		0,25			0,5000	
3	1		1		0,50	0,3333		0,3333	
4	2	1	1		1,00	0,5000	0,2500	0,2500	
5	3	1	1		1,25	0,6000	0,2000	0,2000	
6	3	1	1		1,25	0,5000	0,1667	0,1667	
7	3	1	1		1,25	0,4286	0,1429	0,1429	
8	3	1	1		1,25	0,3750	0,1250	0,1250	
9	3	1	1		1,25	0,3333	0,1111	0,1111	
10	3	1	1		1,25	0,3000	0,1000	0,1000	
11	3	1	1		1,25	0,2727	0,0909	0,0909	
12	3	1	1		1,25	0,2500	0,0833	0,0833	
13	3	2	1		1,50	0,2308	0,1538	0,0769	
14	3	2	1		1,50	0,2143	0,1429	0,0714	
15	4	3	1		2,00	0,2667	0,2000	0,0667	
16	4	3	1		2,00	0,2500	0,1875	0,0625	
17	5	3	1		2,25	0,2941	0,1765	0,0588	
18	6	3	1		2,50	0,3333	0,1667	0,0556	
19	6	3	1		2,50	0,3158	0,1579	0,0526	
20	6	3	1		2,50	0,3000	0,1500	0,0500	
21	7	3	1		2,75	0,3333	0,1429	0,0476	
22	7	3	1		2,75	0,3182	0,1364	0,0455	
23	7	3	1	1	3,00	0,3043	0,1304	0,0435	0,0435
24	8	4	1	1	3,50	0,3333	0,1667	0,0417	0,0417
25	8	4	2	1	3,75	0,3200	0,1600	0,0800	0,0400
26	8	4	3	1	4,00	0,3077	0,1538	0,1154	0,0385
27	8	4	3	2	4,25	0,2963	0,1481	0,1111	0,0741
28	8	4	3	3	4,50	0,2857	0,1429	0,1071	0,1071
Ensayo de Corte (%)	90	88	89	90	93,75				

## Apéndice 8. Ensayo en cámara germinadora

ENSAYO E 60

Días desde la siembra	Capacidad germinativa acumulada (%)					Germinación media diaria (%/día)			
	repeticiones				media	repeticiones			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	1	1	1		0,75	1,0000	1,0000	1,0000	
2	1	1	1		0,75	0,5000	0,5000	0,5000	
3	1	1	1		0,75	0,3333	0,3333	0,3333	
4	1	1	1		0,75	0,2500	0,2500	0,2500	
5	1	1	1		0,75	0,2000	0,2000	0,2000	
6	1	1	1		0,75	0,1667	0,1667	0,1667	
7	2	1	1		1,00	0,2857	0,1429	0,1429	
8	2	1	1		1,00	0,2500	0,1250	0,1250	
9	2	1	1		1,00	0,2222	0,1111	0,1111	
10	3	1	1		1,25	0,3000	0,1000	0,1000	
11	3	1	2	1	1,75	0,2727	0,0909	0,1818	0,0909
12	3	1	2	1	1,75	0,2500	0,0833	0,1667	0,0833
13	3	1	2	2	2,00	0,2308	0,0769	0,1538	0,1538
14	3	1	2	2	2,00	0,2143	0,0714	0,1429	0,1429
15	3	1	2	2	2,00	0,2000	0,0667	0,1333	0,1333
16	3	1	2	2	2,00	0,1875	0,0625	0,1250	0,1250
17	3	1	2	2	2,00	0,1765	0,0588	0,1176	0,1176
18	4	1	2	2	2,25	0,2222	0,0556	0,1111	0,1111
19	4	2	2	2	2,50	0,2105	0,1053	0,1053	0,1053
20	4	2	2	2	2,50	0,2000	0,1000	0,1000	0,1000
21	4	2	2	2	2,50	0,1905	0,0952	0,0952	0,0952
22	4	2	2	2	2,50	0,1818	0,0909	0,0909	0,0909
23	4	2	3	2	2,75	0,1739	0,0870	0,1304	0,0870
24	4	3	3	2	3,00	0,1667	0,1250	0,1250	0,0833
25	5	3	3	3	3,50	0,2000	0,1200	0,1200	0,1200
26	5	4	4	3	4,00	0,1923	0,1538	0,1538	0,1154
27	5	4	4	3	4,00	0,1852	0,1481	0,1481	0,1111
28	5	4	4	3	4,00	0,1786	0,1429	0,1429	0,1071
Ensayo de Corte (%)	90	88	87	94	89,75				

## Apéndice 9. Ensayo en invernadero

ENSAYO T (en invernadero)

Días desde la siembra	Capacidad germinativa acumulada (%)					Germinación media diaria (%/día)			
	repeticiones				media	repetición			
	1	2	3	4		1	2	3	4
10									
17									
24									
31									
45									
52									
59			2		0,50			0,0339	
66		1	2	1	1,00		0,0152	0,0303	0,0152
73	1	1	2	1	1,25	0,0137	0,0137	0,0274	0,0137
80	8	10	13	9	10,00	0,1000	0,1250	0,1625	0,1125
87	13	27	30	14	21,00	0,1494	0,3103	0,3448	0,1609
95	17	32	39	17	26,25	0,1789	0,3368	0,4105	0,1789
102	26	38	43	20	31,75	0,2549	0,3725	0,4216	0,1961
109	35	41	47	22	36,25	0,3211	0,3761	0,4312	0,2018
122	50	52	51	31	46,00	0,4098	0,4262	0,4180	0,2541
129	56	60	56	38	52,50	0,4341	0,4651	0,4341	0,2946
140	61	62	58	46	56,75	0,4357	0,4429	0,4143	0,3286
147	66	64	58	50	59,50	0,4490	0,4354	0,3946	0,3401
154	69	66	60	50	61,25	0,4481	0,4286	0,3896	0,3247
166	69	66	61	52	62,00	0,4157	0,3976	0,3675	0,3133
173	71	66	62	54	63,25	0,4104	0,3815	0,3584	0,3121
180	73	66	62	54	63,75	0,4056	0,3667	0,3444	0,3000
187	74	66	62	54	64,00	0,3957	0,3529	0,3316	0,2888
Mortalidad (%)			1		0,25				

## Apéndice 10. Ensayo en invernadero

ENSAYO E 60 (en invernadero)

Días desde la siembra	Capacidad germinativa acumulada (%)					Germinación media diaria (%/día)			
	repeticiones				media	repeticiones			
	1	2	3	4		1	2	3	4
10									
17									
24		1	1		0,50		0,0417	0,0417	
31	1	2	3		1,50	0,0323	0,0645	0,0968	
45	11	11	9	2	8,25	0,2444	0,2444	0,2000	0,0444
52	18	18	10	5	12,75	0,3462	0,3462	0,1923	0,0962
59	25	19	19	9	18,00	0,4237	0,3220	0,3220	0,1525
66	28	22	19	16	21,25	0,4242	0,3333	0,2879	0,2424
73	30	24	21	18	23,25	0,4110	0,3288	0,2877	0,2466
80	37	30	35	22	31,00	0,4625	0,3750	0,4375	0,2750
87	46	51	48	35	45,00	0,5287	0,5862	0,5517	0,4023
95	52	63	54	46	53,75	0,5474	0,6632	0,5684	0,4842
102	58	64	54	47	55,75	0,5686	0,6275	0,5294	0,4608
109	61	69	56	57	60,75	0,5596	0,6330	0,5138	0,5229
122	64	72	56	57	62,25	0,5246	0,5902	0,4590	0,4672
129	66	74	57	59	64,00	0,5116	0,5736	0,4419	0,4574
140	68	74	60	62	66,00	0,4857	0,5286	0,4286	0,4429
147	70	74	62	62	67,00	0,4762	0,5034	0,4218	0,4218
154	70	74	62	62	67,00	0,4545	0,4805	0,4026	0,4026
166	72	74	62	62	67,50	0,4337	0,4458	0,3735	0,3735
173	72	74	63	62	67,75	0,4162	0,4277	0,3642	0,3584
180	72	74	63	62	67,75	0,4000	0,4111	0,3500	0,3444
187	72	74	64	62	68,00	0,3850	0,3957	0,3422	0,3316
Mortalidad (%)	1			1	0,5				

### Apéndice 11

Apéndice 11. Resultados del análisis de varianza para capacidad germinativa.  
Ensayo en cámara germinadora con semillas de *Ch. quila*.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	F tab. 5%
Entre los tratamientos	7	290,06	41,43	4,26	2,42
Dentro de los Tratamientos	24	233,41	9,72		
Total	31	523,47			

### Apéndice 12

Apéndice 12. Significación de las diferencias de capacidad germinativa.  
Ensayo en cámara germinadora con semillas de *Ch. quila*.

Tratamientos	Capacidad germinativa (%)	Significación al (95%)
R10	1	a
T	1,5	ab
R5	1,75	ab
R15	3	ab
E60	4	b
E30	4,5	b
E45	4,5	b
E15	5	b



### Apéndice 13

Apéndice 13. Resultados del análisis de varianza para energía germinativa. Ensayo en cámara germinadora con semillas de *Ch. quila*.

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumad de cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	F tab. 5%
Entre los tratamientos	7	1015,51	145,07	2,91	2,42
Dentro de los tratamientos	24	1194,98	49,79		
Total	31	2210,49			

### Apéndice 14

Apéndice 14. Significación de las diferencias de energía germinativa. Ensayo en cámara germinadora con semillas de *Ch. quila*.

Tratamientos	Energía germinativa (%/día)	Significación al 95%
R10	0,0386	a
T	0,0607	ab
R5	0,0787	ab
R15	0,1119	ab
E60	0,1569	b
E30	0,1621	b
E45	0,1806	b
E15	0,1864	b

### Apéndice 15

Apéndice 15. Resultados del análisis de varianza para Valor germinativo.  
Ensayo en cámara germinadora con *Ch. quila*.

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumad de cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	F tab. 5%
Entre los tratamientos	7	298,47	42,63	3,5	2,42
Dentro de los tratamientos	24	292,32	12,18		
Total	31	590,79			

### Apéndice 16

Apéndice 16. Significación de las diferencias para valor germinativo.  
Ensayo en cámara germinadora con *Ch. quila*.

Tratamientos	Valor germinativo	Significación al 95%
R10	0,0027	a
T	0,0043	ab
R5	0,0061	ab
R15	0,0144	ab
E60	0,0230	b
E30	0,0329	b
E45	0,0356	b
E15	0,0343	b

### Apéndice 17

Apéndice 17. Resultados del análisis de varianza, para capacidad germinativa.  
Ensayo en invernadero con semillas de *Ch. quila*.

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumad de cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	F tab. 5%
Entre los tratamientos.	1	12,46	12,46	0,65	5,99
Dentro de los tratamientos	6	114,93	19,15		
Total	7	127,39			

### Apéndice 18

Apéndice 18. Resultados del análisis de varianza para energía germinativa.  
Ensayo en invernadero con semillas de *Ch. quila*.

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumad de cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	F tab. 5%
Entre los tratamientos	1	152,94	152,94	17,22	5,99
Dentro de los tratamientos.	6	53,30	8,88		
Total	7	206,24			

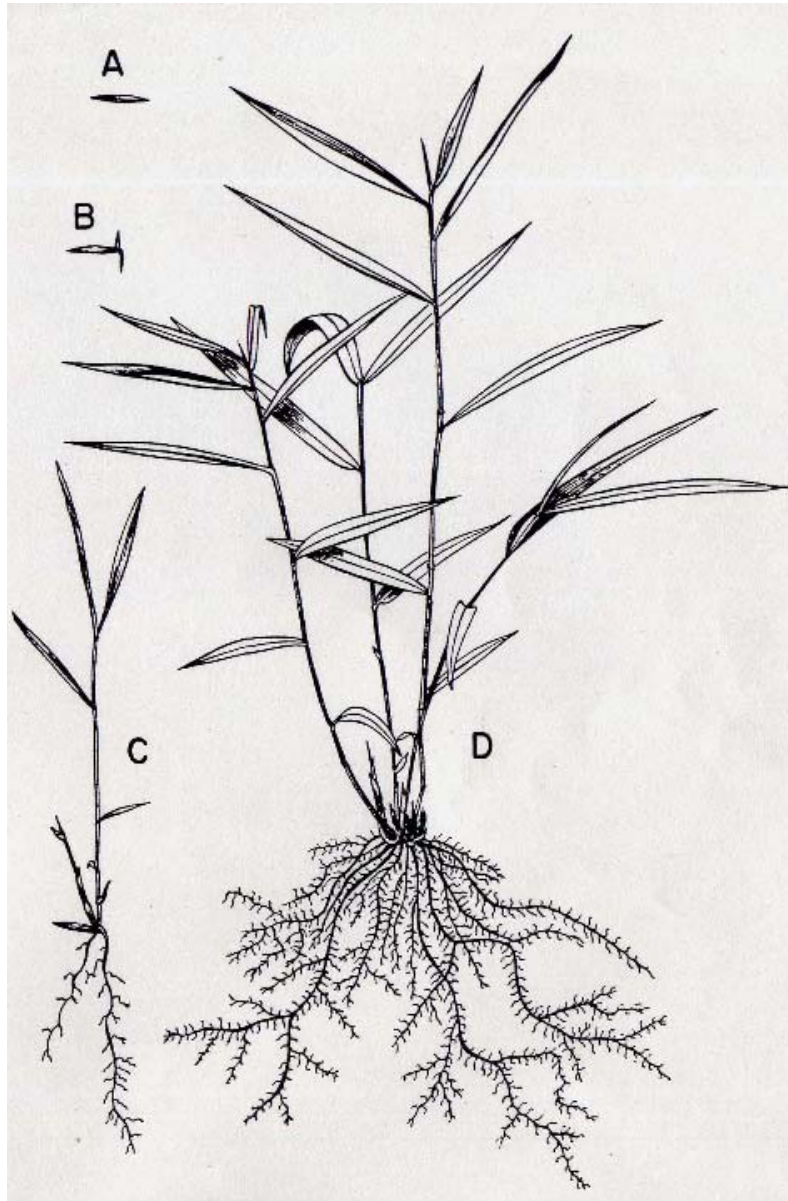
## Apéndice 19

Apéndice 19. Resultados del análisis de varianza para valor germinativo.  
Ensayo en invernadero con semillas de *Ch. quila*.

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumad de cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	F tab. 5%
Entre los tratamientos.	1	46,63	46,63	6,67	5,99
Dentro de los tratamientos.	6	41,49	6,99		
Total	7	88,57			

## Apéndice 20

Crecimiento y desarrollo de una plántula de *Chusquea quila*.  
(escala 1: 2)



- A: semilla en dormancia
- B: germinación de la semilla
- C: plántula de aproximadamente 1 mes, mostrando el crecimiento del 2º culmo
- D: plántula de aproximadamente 4 meses, mostrando el crecimiento y desarrollo de culmos y raíces