



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES  
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS Y CRECIMIENTO INICIAL DE  
PLÁNTULAS DE *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. DE LA  
CORDILLERA DE NAHUEL BUTA EN LA IX REGIÓN DE CHILE.**

Tesis presentada como parte  
de los requisitos para optar  
al título de

INGENIERO FORESTAL

---

PROFESOR GUÍA  
Marco Cortés Bianchi

**CARLA ANDREA BENÍTEZ GAJARDO**

TEMUCO – CHILE

2005

## CALIFICACIÓN COMISIÓN INFORMANTE

		<b>NOTA</b>
<b>PROFESOR PATROCINANTE</b>	: MARCO CORTÉS BIANCHI	<b>7.0</b>
<b>PROFESOR INFORMANTE</b>	: MIRTHA LATSAGUE VIDAL	<b>6.0</b>
<b>PROFESOR INFORMANTE</b>	: ALEX MOSCOSO BASTÍAS	<b>6.5</b>

---

V° B° Profesor patrocinante

**MARCO CORTÉS BIANCHI**

Ingeniero Forestal.

M. Sc en Ciencias Mención Recursos Forestales

---

V° B° Profesor informante

**MIRTHA LATSAGUE VIDAL**

M. Sc en Ciencias Mención Botánica

---

V° B° Profesor informante

**ALEX MOSCOSO BASTÍAS**

Ingeniero Forestal

---

V° B° Director de Escuela

**CELSO NAVARRO**

Ingeniero Forestal

M. Sc en Ciencias Mención

Manejo Sustentable de Recursos Forestales

## **AGRADECIMIENTOS**

*Esta es una de mis primeras etapas concretadas profesionalmente, y ha sido un trabajo en el cual he puesto mucho cariño y dedicación. En estos años he aprendido y vivido muchas cosas que han contribuido a crecer como persona en lo profesional y emocional, pero este logro no es solo mío, hay de por medio un apoyo importante de muchos que vivieron conmigo de cerca todo este proceso y siento que también esto es de ellos.*

*A mis padres y hermanos por su apoyo todos estos años, los consejos y sus cariños que me dieron la fuerza para poder continuar.*

*A Rodrigo y su familia, agradezco todo su cariño, apoyo y motivación durante el transcurso de este trabajo.*

*A mis amigos y compañeros, que de alguna forma contribuyeron en mi tesis y sobretodo por su ayuda y compañía en el largo trabajo en laboratorio.*

*A CONAF (Corporación Nacional Forestal), por dar las facilidades para la recolección del material necesario desde el Parque Nacional Nahuebuta para la realización de este estudio.*

*A BIOCORES (Biodiversity Conservation, Restoration and Sustainable Use in Fragmented Forest Landscapes), FFI (Fauna and Flora International) Y DEFRA (Department For Environment Food and Rural Affairs), por la colaboración y financiamiento en trabajos de terreno de esta tesis.*

*A Don Marco, por su paciencia y disposición para atender mis consultas, gracias por guiar mi trabajo de tesis y darme la posibilidad de participar e integrarme en actividades que han contribuido a mi desarrollo profesional.*

*A mis profesores Don Jaime Castillo, Mirtha Latsague y Alex Moscoso, gracias por su apoyo en este trabajo y disposición al momento de las consultas.*

## ÍNDICE DE MATERIAS

CAPÍTULO		Página
1	INTRODUCCIÓN.	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	3
2.1	Descripción general de la especie <i>Araucaria araucana</i> (Mol.) K. Koch.	3
2.1.1	Aspectos generales.	3
2.1.2	Formas de reproducción.	5
2.1.3	Viabilidad de la semilla.	5
2.1.4	Germinación de semillas.	6
3	MATERIAL Y MÉTODO	7
3.1	Área de estudio.	7
3.1.1	Clima.	7
3.1.2	Geología y geomorfología.	9
3.1.3	Suelos.	10
3.1.4	Vegetación.	10
3.2	Obtención del material.	11
3.2.1	Mediciones de parámetros básicos de conos y semillas.	12
3.2.2	Viabilidad de las semillas posterior al almacenamiento.	14
3.2.3	Respuesta de la capacidad y energía germinativa al tratamiento pregerminativo.	15
3.2.4	Respuesta del crecimiento inicial de plántulas al tratamiento pregerminativo.	16
3.3	Análisis estadístico.	17
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	19
4.1	Caracterización de conos y semillas.	19

<b>CAPÍTULO</b>		<b>Página</b>
4.1.1	Evaluación de los parámetros considerados para la caracterización de los conos y las semillas del Parque Nacional Nahuelbuta.	19
4.1.2	Evaluación de los parámetros considerados para la caracterización de los conos y las semillas Villa Las Araucarias.	21
4.1.3	Comparación de acuerdo a la procedencia.	22
4.1.3.1	Características de los conos extraídos de árboles en distinta condición y procedencia.	22
4.1.3.2	Comparación de las semillas extraídas de árboles en distinta condición y procedencia.	23
4.2	Comportamiento de la viabilidad de las semillas de <i>Araucaria araucana</i> para ambas procedencias.	25
4.2.1	Viabilidad de las semillas procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	25
4.2.2	Comportamiento de la viabilidad de la semilla de <i>Araucaria araucana</i> para ambas procedencias obtenida a través de test de corte.	30
4.3	Capacidad germinativa y energía germinativa de las semillas de <i>Araucaria araucana</i> con tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	33
4.3.1	Capacidad germinativa de las semillas de <i>Araucaria araucana</i> procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	33
4.3.2	Energía germinativa de las semillas de <i>Araucaria araucana</i> procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	37

<b>CAPÍTULO</b>		<b>Página</b>
4.4	Crecimiento inicial de plántulas de <i>Araucaria araucana</i> obtenidas de semillas sometidas a tratamiento pregerminativo en arena húmeda a 4°C ± 1°C.	42
4.4.1	Crecimiento inicial de plántulas de <i>Araucaria araucana</i> de las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias	42
4.4.2	Comparación en el día de inicio del crecimiento inicial de plántulas procedentes de semillas de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias sometidas a tratamiento pregerminativo en arena húmeda a 4°C ± 1°C	46
5	CONCLUSIONES	48
6	RESUMEN	50
7	SUMMARY	52
8	BIBLIOGRAFÍA	54
9	ANEXOS	57

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N°		Página
	<u>En el texto</u>	
1	Variables dendrométricas obtenidas de los individuos del Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	12
2	Características de los conos extraídos de árboles de <i>Araucaria araucana</i> provenientes de dos condiciones diferentes de cobertura en el Parque Nacional Nahuelbuta.	19
3	Evaluación de las semillas extraídas de árboles de <i>Araucaria araucana</i> provenientes de dos condiciones diferentes de cobertura en el Parque Nacional Nahuelbuta	20
4	Características de los conos extraídos de árboles de <i>Araucaria araucana</i> provenientes de árboles padres aislados de Villa Las Araucarias.	21
5	Caracterización de semillas de <i>Araucaria araucana</i> provenientes de árboles aislados en Villa Las Araucarias.	21
6	Características de los conos extraídos de árboles de <i>Araucaria araucana</i> provenientes de dos condiciones diferentes de cobertura en el Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	23
7	Comparación de las semillas extraídas de árboles de <i>Araucaria araucana</i> provenientes de dos condiciones diferentes de cobertura en el Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	24

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N°		Página
	<u>En el anexo</u>	
1 A	Valores de muestras en kilogramo obtenidas de semillas procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta.	57
2 A	Valores de muestras en kilogramo obtenidas de semillas procedentes de Villa Las Araucarias.	57
3 A	Valores de temperatura registrado en laboratorio por un período de 60 días.	58
4 A	Capacidad germinativa (%) para almacenamiento en frasco de vidrio a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ para las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	60
5 A	Capacidad germinativa (%) para almacenamiento en bolsas plásticas a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ para las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	61
6 A	Capacidad germinativa (%) para almacenamiento en mallas plásticas a temperatura ambiente a $20,6^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ para las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	62
7 A	Viabilidad obtenida para el almacenamiento en frasco de vidrio a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ para las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	63
8 A	Viabilidad obtenida para el almacenamiento en bolsas plásticas a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ para las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	63
9 A	Viabilidad obtenida para el almacenamiento en mallas plásticas a temperatura ambiente de $20,6^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ para las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	64

**CUADRO N°****Página**

10 A	Capacidad germinativa (%) para tratamiento pregerminativo de 30, 45 y 60 días con semillas procedentes de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	65
11 A	Energía Germinativa (%) para tratamiento pregerminativo de 30, 45 y 60 días con semillas procedentes de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	65
12 A	Día de ocurrencia del máximo valor de energía germinativa en semillas con tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias	66
13 A	Crecimiento final de radícula y plúmula de plántulas proveniente de semillas con tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ de la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta.	68
14 A	Crecimiento final de radícula y plúmula de plántulas proveniente de semillas con tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ de la procedencia de Villa Las Araucarias.	68
15 A	Resumen de valores de crecimiento final de radícula en plántulas provenientes de semillas con tratamiento pregerminativo a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ provenientes del Parque Nacional Nahuelbuta afectadas por hongos	69
16 A	Día de inicio del crecimiento (mm) de radícula y plúmula de plántulas obtenidas de semillas con tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por períodos de 30, 45, 60 días y tratamiento testigo procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta.	70

**CUADRO N°****Página**

17 A	Día de inicio del crecimiento (mm) de radícula y plúmula de plántulas obtenidas de semillas con tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por períodos de 30, 45, 60 días y tratamiento testigo procedentes del Villa Las Araucarias.	70
18 A	Valores de prueba de hipótesis para el parámetro largo de conos.	71
19 A	Valores de prueba de hipótesis para el parámetro diámetro de conos.	71
20 A	Valores de prueba de hipótesis para el parámetro peso de conos.	72
21 A	Valores de prueba de hipótesis para el parámetro número de semillas por cono.	72
22 A	Valores de prueba de hipótesis para el parámetro largo de semillas.	73
23 A	Valores de prueba de hipótesis para el parámetro diámetro de semillas.	73
24 A	Valores de prueba de hipótesis para el parámetro peso de semillas.	74
25 A	Valores de prueba de hipótesis para el parámetro largo de conos.	74
26 A	Valores de prueba de hipótesis para el parámetro diámetro de conos.	75
27 A	Valores de prueba de hipótesis para el parámetro peso de conos.	75
28 A	Valores de prueba de hipótesis para el parámetro número de semillas por cono.	76
29 A	Valores de prueba de hipótesis para el parámetro peso de semillas.	76

**CUADRO N°****Página**

30 A	Test de normalidad para la capacidad germinativa obtenida de las semillas almacenadas en frasco de vidrio a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .	77
31 A	Test de normalidad para la capacidad germinativa obtenida de las semillas almacenadas en bolsas plásticas a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .	78
32 A	Test de normalidad para la capacidad germinativa obtenida de las semillas almacenadas en mallas plásticas a temperatura ambiente.	78
33 A	Valores del test de Bartlett para la variable capacidad germinativa obtenida de las semillas almacenadas en frasco de vidrio a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta.	79
34 A	Valores del test de Bartlett para la variable capacidad germinativa obtenida de las semillas almacenadas en frasco de vidrio a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ procedentes de Villa Las Araucarias.	80
35 A	Valores del test de Bartlett para la variable capacidad germinativa obtenida de las semillas almacenadas en bolsas plásticas a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ procedentes de Parque Nacional Nahuelbuta.	81
36 A	Valores del test de Bartlett para la variable capacidad germinativa obtenida de las semillas almacenadas en bolsas plásticas a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ procedentes de Villa Las Araucarias.	82
37 A	Valores del test de Bartlett para la variable capacidad germinativa obtenida de las semillas almacenadas en mallas plásticas procedentes de Parque Nacional Nahuelbuta.	83

**CUADRO N°****Página**

38 A	Valores del test de Bartlett para la variable capacidad germinativa obtenida de las semillas almacenadas en mallas plásticas procedentes de Villa Las Araucarias.	84
39 A	Valores del test de Bartlett para la variable capacidad germinativa obtenida de las semillas con tratamiento pregerminativo procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta.	85
40 A	Valores del test de Bartlett para la variable capacidad germinativa obtenida de las semillas con tratamiento pregerminativo procedentes del Villa Las Araucarias.	85
41 A	Valores del test de Bartlett para la variable energía germinativa obtenida de las semillas con tratamiento pregerminativo procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta.	86
42 A	Valores del test de Bartlett para la variable energía germinativa obtenida de las semillas con tratamiento pregerminativo procedentes de Villa Las Araucarias.	86
43 A	Valores del test de Bartlett para la variable largo de radícula del Parque Nacional Nahuelbuta.	87
44 A	Valores del test de Bartlett para la variable largo de radícula de Villa Las Araucarias.	87
45 A	Valores del test de Bartlett para la variable largo de plúmula del Parque Nacional Nahuelbuta.	88
46 A	Valores del test de Bartlett para la variable largo de plúmula de Villa Las Araucarias.	88
47 A	Análisis de varianza del modelo para la variable capacidad germinativa.	89
48 A	Análisis de varianza para las interacciones de tratamiento y bloques.	89

**CUADRO N°****Página**

49 A	Probabilidades asociadas a los tipos de almacenamiento.	90
50 A	Probabilidades asociadas al tipo de almacenamiento en frasco de vidrio a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ de la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta para la variable capacidad germinativa.	91
51 A	Probabilidades asociadas al tipo de almacenamiento en bolsas plásticas a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ de la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta para la variable capacidad germinativa.	92
52 A	Probabilidades asociadas al tipo de almacenamiento en mallas plásticas a temperatura ambiente de la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta para la variable capacidad germinativa.	94
53 A	Probabilidades asociadas al tipo de almacenamiento en frasco de vidrio a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ de la procedencia de Villa Las Araucarias para la variable capacidad germinativa.	96
54 A	Probabilidades asociadas al tipo de almacenamiento en bolsas plásticas a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ de la procedencia de Villa Las Araucarias para la variable capacidad germinativa.	97
55 A	Probabilidades asociadas al tipo de almacenamiento en mallas plásticas a temperatura ambiente de la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta para la variable capacidad germinativa.	99
56 A	Análisis de varianza del modelo para la variable capacidad germinativa.	100
57 A	Análisis de varianza para las interacciones de tratamiento y bloques.	100
58 A	Test de L.S.D Least Squares Different para la variable capacidad germinativa.	101

**CUADRO N°****Página**

59 A	Análisis de varianza del modelo para la variable energía germinativa.	101
60 A	Análisis de varianza para las interacciones de tratamiento y bloques.	102
61 A	Test de L.S.D Least Squares Diferent para la variable energía germinativa.	102
62 A	Análisis de varianza del modelo para la variable largo radícula.	103
63 A	Análisis de varianza para las interacciones de tratamiento y bloques.	103
64 A	Test de L.S.D Least Squares Diferent para la variable largo de radícula.	103
65 A	Análisis de varianza del modelo para la variable largo plúmula.	104
66 A	Análisis de varianza para las interacciones de tratamiento y bloques.	104
67 A	Test de L.S.D Least Squares Diferent para la variable largo de radícula.	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°		Página
	<u>En el texto</u>	
1	Distribución del tipo forestal <i>Araucaria araucana</i> y ubicación de las zonas de recolección.	8
2	Comportamiento de la viabilidad de las semillas de <i>Araucaria araucana</i> almacenadas en frascos de vidrio herméticos a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , bolsas plásticas a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y en mallas plásticas a temperatura ambiente de $20,6^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta (PNH) y Villa Las Araucarias (VLA).	27
3	Comparación en el comportamiento de la viabilidad de las semillas de <i>Araucaria araucana</i> de las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias sometidas a los distintos tipos de almacenamiento.	29
4	Viabilidad obtenida a través de test de corte (barras achuradas) y el test de germinación directa (barras sin achurar) para cada tipo de almacenamiento para las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	32
5	Capacidad germinativa de semillas de <i>Araucaria araucana</i> de las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta (PNH) y Villa Las Araucarias (VLA) sometidas a tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por períodos de 30, 45, 60 días y tratamiento testigo.	35

- |   |   |    |
|---|---|----|
| 6 | Energía germinativa de semillas de <i>Araucaria araucana</i> de las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta (PNH) y Villa Las Araucarias (VLA) sometidas a tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por períodos de 30, 45, 60 días y tratamiento testigo. | 39 |
| 7 | Valores máximos de energía germinativa de semillas de <i>Araucaria araucana</i> procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta (PNH) y Villa Las Araucarias (VLA) con tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por períodos de 30, 45 y 60 días.                  | 41 |
| 8 | Crecimiento total de radícula y plúmula de plántulas de <i>Araucaria araucana</i> obtenidas de semillas con tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C}$ por períodos de 30, 45 y 60 días para semillas procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta (PNH) y Villa Las Araucarias (VLA).  | 45 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°		Página
	<u>En el anexo</u>	
1	Almacenamiento en frascos de vidrio y bolsas plásticas en cámara de frío a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ en semillas procedentes de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	59
2	Almacenamiento en mallas plásticas a temperatura ambiente en semillas procedentes de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	59
3	Tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ aplicado a semillas procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.	64
4	Estructura utilizada para el registro en el crecimiento inicial en plántulas obtenidas de semillas procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias	67