

1 INTRODUCCIÓN

El bosque nativo de Chile posee una variada diversidad biológica que entrega múltiples beneficios para el ser humano. Una de la especie nativa que constituye los bosques nativos de Chile es *Araucaria araucana*. Su semilla conocida comúnmente como “piñón” es utilizada como fuente de alimento por parte de comunidades campesinas y pueblo Pehuenche. La obtención de éstos productos podría generar una problemática debido a la presión sobre el recurso, por la extracción sistemática e inadecuada de esta.

La recolección masiva de esta semilla por parte del hombre, la acción de los animales y el fuego han producido un deterioro en éstos bosques, permitiendo que el proceso de regeneración sea dificultoso. También existe una carencia de información acerca de las condiciones adecuadas de almacenamiento de esta semilla y del proceso germinativo, existiendo de esta manera un desinterés para repoblar éstas áreas.

Es importante hoy en día mantener una especie como *Araucaria araucana* considerada relicto, en donde la variabilidad genética que presentan las poblaciones en la Cordillera de la Costa específicamente en Villa Las Araucarias es distinta al resto de las poblaciones de Chile y Argentina, además, por el nivel de degradación en que se encuentra, es que se necesitan las herramientas necesarias para conocer la forma más apropiada para producir plantas que permitan restaurar éstas áreas.

Basados en éstos antecedentes se realizó este estudio que plantea como objetivo general la evaluación de la viabilidad de las semillas y el comportamiento del crecimiento inicial de las plántulas de *Araucaria araucana*.

Como objetivos específicos se determinaron los siguientes:

- Caracterizar los conos y las semillas de *Araucaria araucana* por medio del número de semillas por cono, largo y diámetro de los conos y semillas, número semillas por kilo y contenido de humedad.
- Evaluar el efecto del almacenamiento en la viabilidad de las semillas de *Araucaria araucana*.
- Evaluar el efecto del período de tratamiento pregerminativo en arena húmeda en la capacidad y energía germinativa en las semillas de *Araucaria araucana*.
- Evaluar el efecto del tratamiento pregerminativo en arena húmeda en el crecimiento inicial de la radícula y la plúmula de las plántulas de *Araucaria araucana* en sus primeros estadíos de crecimiento.

Esta investigación aporta el conocimiento acerca de antecedentes del almacenamiento y la germinación de las semillas de *Araucaria araucana*, con el fin de llevarse a cabo de manera satisfactoria todos los planes de repoblación para las áreas que se encuentran degradadas.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Descripción general de la especie *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch.

2.1.1 Aspectos generales.

Araucaria araucana es un árbol endémico del bosque templado de Sudamérica, ubicándose en la Cordillera de los Andes desde los 37°27' latitud sur (Volcán Antuco) hasta los 38°57' latitud sur a una altitud entre los 900 y los 1.800 m s. n. m., límites que son más altos en la región septentrional y van disminuyendo hacia el sur. En la Cordillera de la Costa se encuentran exclusivamente en la Cordillera de Nahuelbuta en dos poblaciones relativamente pequeñas, la más septentrional se encuentra aproximadamente entre los 37°40' y los 37° 50' latitud sur y entre los 1.000 y los 1.300 m s. n. m. y la más meridional, con alrededor de 1.000 hectáreas, a altitudes de alrededor de los 600 m s. n. m. y en los 38° 40' latitud sur. (Montaldo, 1974; citado por Donoso 1993).

Este árbol se asocia con especies tales como *Nothofagus dombeyi* (coigue), *Nothofagus antártica* (ñirre), *Nothofagus pumilio* (lenga) principalmente y en el límite inferior de la distribución altitudinal con las especies *Nothofagus obliqua* (roble) y *Nothofagus alpina* (raulí), además, se puede asociar con especies secundarias como *Eucryphia cordifolia* (ulmo), *Weinmannia trichosperma* (tineo) y *Laurelia sempervirens* (laurel) como ocurre en la cordillera de Nahuelbuta (Rodríguez, 1983).

Su aspecto es muy típico, de fuste muy cilíndrico desprovisto de ramas. La copa es reducida en los árboles maduros con ramas insertas en verticilos regulares que les da un aspecto de paraguas de base circular. Alcanza una altura

promedio de 25 hasta 30 metros con un fuste cilíndrico de 2,5 m de diámetro con poca conicidad (Montaldo, 1974).

Es una especie dioica, lo que significa que flores masculinas y femeninas se encuentran en individuos distintos, aunque en algunas ocasiones pueden ser monoicas (Martínez, 1979).

Su fruto es un estróbilo el cual corresponde a una inflorescencia compuesta por un eje leñoso, en torno al cual se disponen cíclica o helicoidalmente una serie de brácteas y entre éstas y dicho eje están las escamas seminíferas (Rodríguez, 1983). Éstas últimas se encuentran fusionadas siendo más numerosas las brácteas en el estróbilo (Montaldo, 1974). Una vez llevada a cabo la fertilización la cual ocurre en el mes de enero se da comienzo al desarrollo del fruto siendo este muy lento hasta los últimos seis meses antes de la maduración, cuando aumenta rápidamente de tamaño (Rodríguez, 1983). La maduración del estróbilo se lleva a cabo entre los meses de diciembre y febrero alcanzando de 200-300 semillas liberadas aproximadamente (Donoso, C y Cabello, A., 1978) luego de 16-18 meses posteriores a la fertilización (Tortorelli, 1942; Montaldo 1974).

En la diseminación natural de las semillas interviene principalmente la gravedad, por corresponder a una semilla pesada, siendo su peso de $3,49 \text{ g} \pm 0,18 \text{ g}$ a 26 % de humedad (Montaldo, 1974). El tamaño de las semillas va de los 4-5 cm de largo y 1.5 cm de ancho, obcónico-oblongas o cuneiformes, ligeramente comprimidas, sin alas y con un largo apéndice apical (Rodríguez, 1983).

Una de las aves más importantes en la dispersión de las semillas es *Enicognatbus leptorbyncus* (perico de pico delgado) el cual durante el período en que el cono femenino esta maduro, arrancan las brácteas de los conos de tal

forma que las semillas caen sobre el suelo de donde son recuperadas (Montaldo, 1974).

2.1.2 Formas de reproducción.

La especie es capaz de reproducirse en forma sexual y asexual por rebrotes de raíz y epicormios. Las plántulas originadas de semillas se ven muchas veces dificultada debido al sotobosque presente, siendo *Chusquea coleu* el competidor más agresivo de las plántulas de *Araucaria araucana* (Tortorelli, 1942, citado Montaldo 1974).

2.1.3 Viabilidad de las semillas.

Las semillas presentan una corta viabilidad que va desde los 90-120 días bajo cualquier tipo de ambiente, limitando de esta forma su propagación, debido a que la caída de las semillas encima de la densa capa de hojas impide su germinación (Tesdorff, 1961, citado por Montaldo 1974; Rodríguez, 1983). Otro factor que afecta la viabilidad es la presencia del hongo *Uleiella chilensis* en inflorescencias femeninas, disminuyendo considerablemente la viabilidad de las semillas, debido a que causa una descomposición total de los óvulos (Butín *et al*, 1986).

Las semillas de *Araucaria araucana* son recalcitrantes las cuales requieren de un almacenamiento adecuado que mantenga su contenido de humedad y de esta forma no perder la viabilidad. Los estudios en *Araucaria araucana* se han realizado desde el año 1926, es así como Maldonado (1926), citado por Montaldo (1974) destacó que las semillas deben ser frescas para que la germinación tenga éxito, porque al almacenar las semillas pierden su capacidad germinativa. Posteriormente en estudios posteriores realizados se determinó que la viabilidad dura cuatro meses cuando las semillas frescas se estratifican en arena húmeda (Alfonso, 1941; citado por Montaldo, 1974).

Otro factor importante es la ciclicidad de la producción de semillas de *Araucaria araucana*; este fenómeno es de suma importancia en la producción permanente de plantas, por lo cual requiere de condiciones adecuadas de almacenamiento, que permita mantener un stock de semillas, sin perder la viabilidad.

2.1.4 Germinación de semillas.

La germinación es semi-hipogea (Donoso, 1978), es decir, los cotiledones son visibles pero permanecen en el suelo. Las semillas presentan una latencia fisiológica la cual no les permite germinar en forma inmediata una vez dispersadas, por lo tanto requieren de un tratamiento pregerminativo. Yacubson (1963), realizó un ensayo de germinación, donde logro un 6% de germinación a los 75 días sin ningún tratamiento pregerminativo a las semillas. Posteriormente investigaciones realizadas por Donoso y Cabello (1978), con semillas de *Araucaria araucana* procedentes de la provincia de Cautín, obtuvieron una capacidad germinativa de un 90% con semillas pretratadas y un 56% con semillas sin tratamiento pregerminativo.

La mayoría de los estudios realizados hasta ahora con la especie *Araucaria araucana* son enfocados a encontrar respuesta a la latencia que presentan las semillas, determinando los tratamientos pregerminativos más adecuados, dejando de lado otros aspectos importantes como la determinación de las condiciones adecuadas de almacenamiento para mantener la viabilidad de las semillas, cabe mencionar que los estudios realizados no dan respuesta específica a las zonas de distribución de esta especie, entregando resultados en forma general sin conocer el resultado de esos ensayos para todo el rango de distribución geográfica de esta especie.

3 MATERIAL Y MÉTODO

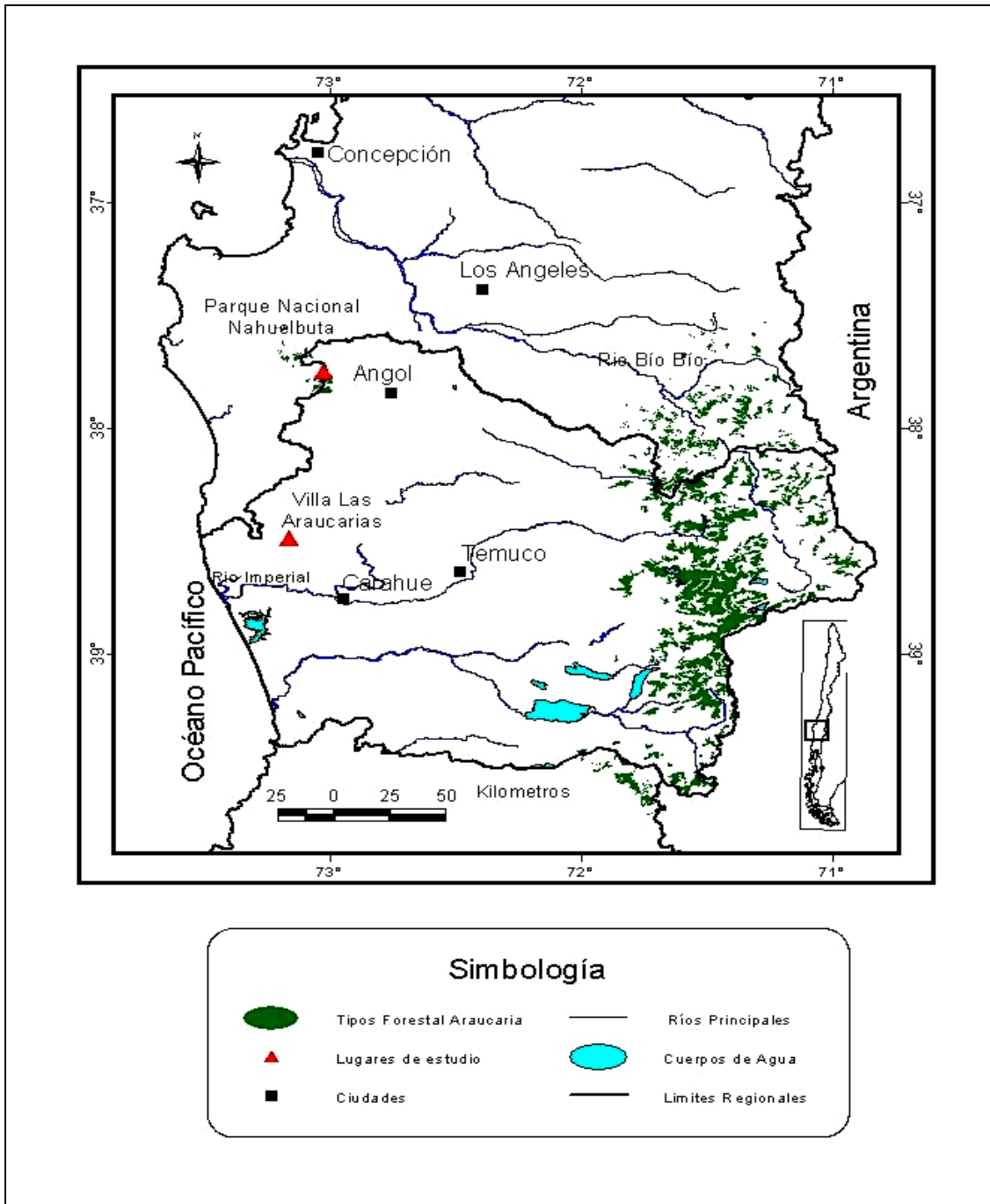
3.1 Área de estudio.

El área de estudio comprende dos procedencias de las semillas de *Araucaria araucana* de la Cordillera de Nahuelbuta. La primera se ubica en el límite norte y corresponde al Parque Nacional Nahuelbuta (37°44' a 37°51' lat. S y 72°55' a 73°05' long. O), este se encuentra distante a 162 km de la ciudad de Temuco y a 35 km de la ciudad más cercana, que es Angol (Figura 1). Esta área silvestre fue creada el 4 de Enero de 1939 y posee una extensión de 6.832 ha. La otra localización se ubica en el extremo sur de la Cordillera de Nahuelbuta denominado Villa las Araucarias (36°44' a 37°51' lat. S y 72°55' a 73°05' long. O). Este pequeño villorrio fue establecido en el año 1950, bajo el nombre de Villa Las Araucarias, se encuentra distante a 80 km aproximadamente de la ciudad de Temuco y a 45 km de Nueva Imperial (Cortés, 2003).

3.1.1 Clima.

El clima del área de estudio está descrito como una región mediterránea húmeda (Di Castri y Hajek, 1976, citado por Cortés 2003). Según la clasificación de Köppen, corresponde a un clima templado lluvioso de costa occidental con influencia mediterránea (Fuenzalida, 1965, citado por Cortés 2003).

Uno de los fenómenos más comunes en el área es la fuerte incidencia de las precipitaciones orográficas en su vertiente oriental producto del efecto de biombo climático que ejerce la Cordillera de Nahuelbuta (Donoso, 1981; Instituto Geográfico Militar, 1983, citado por Cortés 2003).



(Fuente: Cortés, 2003)

FIGURA 1 Distribución del tipo forestal *Araucaria araucana* y ubicación de las zonas de procedencia de las semillas.

Sobre los 700 m s.n.m. en el período más frío, la precipitación es de preferencia de tipo nival (Donoso, 1981, citado por Cortés 2003), acumulándose sobre la superficie del suelo una capa de nieve cuyo espesor varía entre 1,0 a 1,3 m, aumentando en años excepcionales a un nivel mayor.

La humedad relativa alcanza a un promedio anual de 83%. La temperatura máxima registra 19,7°C, en cambio la temperatura mínima llega a 7,2°C, siendo la temperatura promedio anual de 12,6°C. El período de actividad vegetativa es de 10,4 meses al año (Di Castri y Hajek, 1976; citados por Cortés, 2003).

3.1.2 Geología y Geomorfología.

El origen de la Cordillera de Nahuelbuta, se remonta a la época geológica del Precámbrico, siendo más antigua que la Cordillera de los Andes. Esta cordillera corresponde a un bloque sollevado compuesto principalmente por rocas de origen metamórfico del Paleozoico, que han estado sometidas a procesos de recristalizaciones, deformaciones e intrusiones y sobreposiciones de material granítico y volcánico (Brüggen, 1950; IREN, 1964; Ruiz, *et al.*, 1965; Illies, 1970; Instituto Geográfico Militar, 1983, 1985; Veit y Karsten, 1997, citado por Cortés, 2003).

Desde su origen, ha estado sometida a la permanente erosión fundamentalmente por agentes climáticos y fenómenos de glaciación, los que han contribuido a su fragmentación y a un descenso marcado de su altura sobre el nivel del mar en el sentido Norte-Sur. Así en el extremo norte su cota máxima alcanza aproximadamente cerca de los 1.550 m s.n.m. (Altos de Nahuelbuta) en contraposición el límite sur la altitud máxima no sobrepasa los 720 m s.n.m (Instituto Geográfico Militar, 1983; citado por Cortés, 2003).

Debido a la ausencia de volcanes, a través del tiempo no ha recibido aportes de cenizas en forma periódica y cuantiosa, solo ocasionalmente de algunas de

las erupciones que han ocurrido en la cordillera de los Andes (Brüggen, 1950; Instituto Geográfico Militar, 1983; citado por Cortés, 2003).

3.1.3 Suelos.

Los suelos sobre los 800 m s.n.m. de la Cordillera de Nahuelbuta derivan de material metamórfico y en menor proporción de rocas graníticas (IREN 1964; Donoso *et.al.*, 1984, citado por Cortés 2003).

Los suelos en que crece *Araucaria araucana* son delgados a levemente profundos, de textura media a fina y franco arcillo arenosa a arcillosa en profundidad. De erodabilidad moderada a alta, con drenaje rápido a moderado, con pH muy ácidos a extremadamente ácidos y bajo nivel nutricional (IREN 1964; Donoso *et.al.*, 1984; citado por Cortés, 2003).

Las restricciones más frecuentes de éstos suelos son la escasa profundidad arraigable y de desarrollo en sectores con mucha altitud y posiciones topográficas extremas. También es común deficiencias de nutrientes como fósforo, potasio y magnesio (Schlatter *et al.*, 1995; citados por Cortés, 2003).

3.1.4 Vegetación.

Los bosques de *Araucaria araucana* que crecen en el norte de la Cordillera de Nahuelbuta se encuentran distribuidos aproximadamente desde los 900 m s.n.m. hasta los 1.550 m s.n.m. En todo este gradiente se encuentra asociado con especies del género *Nothofagus* como son; Lenga (*Nothofagus pumilio*), Ñirre (*Nothofagus antarctica*), Coigue (*Nothofagus dombeyi*), Raulí (*Nothofagus alpina*) y Roble (*Nothofagus obliqua*). La asociación que ocupa una mayor extensión corresponde a los bosques de *Araucaria* y *Coigue*. En éstas formaciones también es posible encontrar otras especies arbóreas como Mañío hembra (*Saxegothaea conspicua*), Ulmo (*Eucriphya cordifolia*), Tineo (*Weinmannia trichosperma*), Laurel (*Laurelia sempervirens*). El sotobosque es

muy variado y es posible encontrar especies como: Sauco del diablo (*Pseudopanax laetevirens*), Corcolén (*Azara lanceolata*), Luma blanca (*Myrceugenia chrysocarpa*), Leñadura (*Maitenus magellanica*), Chusquea spp. (Montaldo, 1974; Ramírez, 1978; Donoso, 1981; Veblen *et.al.*, 1982; Donoso, 1993; Veblen *et.al.*, 1995, 1996; Cortés y Lara, 2000; citados por Cortés, 2003).

A su vez, los bosques de Araucaria que crecen en el sur de la Cordillera de Nahuelbuta se encuentran distribuidos aproximadamente desde los 600 m s.n.m. hasta los 640 m s.n.m. En este sector se encuentra asociado con una menor cantidad de especies del género *Nothofagus* (Coigue, Ñirre y Roble). El sotobosque tiene características muy similares a las poblaciones del norte, pero se encuentra ausente Luma blanca (Montaldo, 1974, Donoso, 1993; Cortés y Lara 1990, citados por Cortés, 2003).

3.2 Obtención del material.

- Recolección de semillas: Las semillas utilizadas en este estudio provienen de las áreas ya mencionadas con anterioridad. La cosecha se realizó extrayendo los conos directamente desde los árboles en forma manual colocándolos en sacos para el traslado posterior al laboratorio. Esta recolección se realizó de dos tipos de árboles, según su ubicación en el paisaje:

* Árboles padres aislados: Corresponden a aquellos árboles que presentan la totalidad de la copa expuesta a la luz.

* Árboles padres en el bosque: Son aquellos árboles que presentan un 80% de la copa expuesta a la luz.

- Caracterización de los árboles: Se obtuvieron variables dendrométricas de todos los individuos como D.A.P., altura total y tarugos de incremento para determinar la edad de cada individuo.

CUADRO 1 Variables dendrométricas obtenidas de los individuos del Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.

Sector	Árbol N°	Altura	Diámetro (cm)	Edad* (años)	Altitud (m s.n.m)
Parque Nacional Nahuelbuta	1	14,0	30,0	67	1.250
	2	21,0	65,0	150	
	3	27,0	74,0	178	
	4	14,0	49,0	138	
Villa Las Araucarias	1	8,5	23,8	71	620
	2	11,0	47,0	74,5	
	3	11,5	35,9	67	
	4	11,0	30,5	70,7	
	5	12,5	36,3	64,5	

* Corresponden a edades mínimas.

3.2.1 Mediciones de parámetros básicos de conos y semillas.

Las mediciones realizadas a conos y semillas son las siguientes:

- Parámetros de conos:

- **Largo de conos (cm).**

Se define por el largo de la sección transversal, el que se dimensionó en la unidad de centímetros, utilizando para tal fin una huincha con un nivel de precisión al milímetro.

- **Diámetro de conos (cm).**

Corresponde al diámetro de la sección ecuatorial, dimensionado en la unidad de centímetros, utilizando para tal fin una huincha con un nivel de precisión al milímetro.

- **Peso del cono (kg).**

El peso de cada cono se expresó en kilogramos, utilizando para tal fin una balanza con un nivel de precisión al gramo.

- **Número de semillas por cono.**

Se determinó contabilizando el número de semillas que contenía cada uno de los conos.

- Parámetros de semillas.

- **Largo de semillas (cm).**

Se define por el largo de la sección transversal de las semillas, dimensionado en centímetros, utilizando un pie de metro digital, con un nivel de precisión al milímetro.

- **Diámetro de las semillas (cm).**

Corresponde al diámetro de la sección ecuatorial, dimensionado en la unidad de centímetros, utilizando para tal fin un pie de metro digital con un nivel de precisión al milímetro.

- **Peso de las semillas (kg).**

El peso de cada semilla se expresó en kilogramos, utilizando una muestra de 100 semillas obtenidas al azar, se utilizó para tal fin una balanza con un nivel de precisión al gramo.

- **Número de semillas por kilogramo.**

El número de semillas por kilogramo se determinó utilizando la norma I.S.T.A. (1976), la cual prescribe ocho réplicas de 100 semillas cada una, para calcular la media y el coeficiente de variación. En el estudio el coeficiente de variación fue inferior a cuatro por lo tanto se aceptó la media, determinando el número de semillas por kilogramos a través de la siguiente formula:

$$\text{Semillas por kilogramo} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas que contiene la muestra}}{\text{Peso de la muestra en gramos}} * 1000 \quad (3.1)$$

- **Contenido de humedad (C.H.).**

Esta variable se determinó utilizando la norma I.S.T.A. (1976), en donde las semillas se someten a una estufa secadora a temperatura constante de 103° C durante 17 horas.

$$\text{C. H (\%)} = \frac{\text{Peso original} - \text{Peso seco}}{\text{Peso original}} * 100 \quad (3.2)$$

3.2.2 Viabilidad de las semillas posterior al almacenamiento.

Para determinar el efecto del tipo de almacenamiento en el comportamiento de la viabilidad de las semillas, éstas se almacenaron en tres condiciones diferentes: frascos de vidrio herméticos y bolsas plásticas en cámara de frío a 4° C ± 1°C y en mallas plásticas a una temperatura ambiente de 20,6 °C ± 1,2 °C en laboratorio (este valor del ambiente corresponde al promedio de las mediciones diarias realizadas por un período de dos meses). El ensayo de almacenamiento se realizó por un período de 150 días, extrayéndose quincenalmente ocho lotes de 20 semillas cada uno de los almacenamientos para ambas procedencias. Los períodos de almacenamiento correspondieron a

15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135 y 150 días. Paralelamente se realizó el test de corte a los 15, 45, 75, 105, 150 días de almacenamiento para las tres condiciones, para determinar de esta manera la viabilidad en forma indirecta. Se consideró el almacenamiento a temperatura ambiente como tratamiento testigo, y de esta manera comparar el resultado de la viabilidad obtenida con los almacenamientos en frascos de vidrios y bolsas plásticas a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ en cada período de almacenamiento con un almacenamiento que refleja el comportamiento que tendría las semillas en condiciones naturales, posterior al término de cada período de almacenamiento las semillas de este almacenamiento a temperatura ambiente fueron sometidas a una estratificación en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ para acelerar la germinación de las semillas. Las semillas de cada tratamiento fueron sembradas en bandejas plásticas para evaluar al término del cuarto mes el porcentaje de semillas germinadas a través de la siguiente expresión:

$$\text{Porcentaje de germinación (\%)} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de semillas germinadas al final del ensayo}}{\text{N}^{\circ} \text{ de semillas totales}} * 100$$

(3.3)

3.2.3 Respuesta de la capacidad y energía germinativa al tratamiento pregerminativo.

Para determinar el efecto del tratamiento pregerminativo en la capacidad y energía germinativa para semillas de ambas procedencias, se aplicó una estratificación en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por períodos de 30, 45 y 60 días, además, se consideró al inicio del ensayo un testigo sin tratamiento pregerminativo. Una vez cumplidos estos períodos de tratamiento pregerminativo las semillas fueron sembradas en bandejas y llevadas a la cámara de germinación a una temperatura de $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y una humedad

relativa del 55% por un período de 60 días para su evaluación diaria. Para cada tratamiento se utilizó ocho lotes de 20 semillas, obteniendo capacidad y energía germinativa a través de la norma ISTA (1976), según las siguientes expresiones:

$$\text{Capacidad germinativa (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ semillas germinadas al final del ensayo}}{\text{N}^\circ \text{ semillas totales}} * 100$$

(3.4)

$$\text{Energía germinativa (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ semillas germinadas diariamente}}{\text{Día de germinación}} * 100$$

(3.5)

3.2.4 Respuesta del crecimiento inicial de plántulas al tratamiento pregerminativo.

Para determinar el efecto en el crecimiento inicial de la radícula y la plúmula con la aplicación de tratamiento pregerminativo para las semillas de ambas procedencias, se aplicó una estratificación en arena húmeda a $4^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ por períodos de 30, 45 y 60 días, además, de un testigo sin tratamiento pregerminativo. Las semillas fueron sembradas en cajas con ambas caras de vidrio y con tapas de maderas removibles, para visualizar el crecimiento de la radícula y la plúmula cada dos días por un período de 60 días una vez comenzada la germinación.

3.8 Análisis estadístico.

Para evaluar las variables asociadas a conos como el largo (cm), diámetro (cm), peso (kg), número de semillas por cono y para las semillas el largo (cm), diámetro (cm), peso (g), número de semillas por kilo y contenido de humedad (%) correspondientes a cada procedencia se utilizó un análisis estadístico denominado prueba de hipótesis. Para el análisis de los resultados se utilizó el software StatMost para Windows versión 3.0.

Para determinar el efecto del almacenamiento en la viabilidad de las semillas para ambas procedencia, se utilizó un diseño experimental factorial en bloques, con tres factores (tipos de almacenamiento) y 10 niveles (períodos de almacenamiento), cada tratamiento con ocho repeticiones. Para el análisis de los resultados se utilizó el software Statistics Análisis Sistem (S.A.S).

Para evaluar el efecto del tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ en la capacidad y energía germinativa se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar, cada bloque (procedencias) con cuatro tratamientos (períodos de tratamiento pregerminativo), cada uno de ellos con ocho repeticiones. Para el análisis de los resultados se utilizó el software S.A.S.

El efecto del tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ en el crecimiento inicial de la radícula y la plúmula se evaluó con un diseño experimental en bloques completos al azar, cada bloque (procedencias) con cuatro tratamientos (períodos de tratamiento pregerminativo), cada uno de ellos con cuatro repeticiones, para el análisis de los resultados se utilizó el software S.A.S.

Para cada uno de los casos se verificó previamente los supuestos de homogeneidad de varianza, normalidad e independencia de los datos.

En los diseños correspondientes a la evaluación del efecto en la capacidad germinativa, energía germinativa y crecimiento inicial de plántulas se realizaron pruebas a posteriori cuando existieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, utilizándose el test de diferencia mínima cuadrática (LSD: Least Squares Diferent) con un nivel de confianza del 95%.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de conos y semillas.

4.1.1 Evaluación de los parámetros considerados para la caracterización de los conos y las semillas del Parque Nacional Nahuelbuta.

Los Cuadros 2 y 3 entregan los valores promedios de las características de los conos y las semillas de la procedencia del Parque Nacional Nahuelbuta, de acuerdo a la ubicación en el paisaje de los árboles padres.

CUADRO 2 Características de los conos extraídos de árboles de *Araucaria araucana* provenientes de dos condiciones diferentes de cobertura en el Parque Nacional Nahuelbuta.

Sector P. N. Nahuelbuta	Peso Conos (Kg.)	Largo conos (cm)	Diámetro de conos (cm)	Número de semillas por cono
Árboles padres aislados	1,880 ± 0,29	18,5 ± 0,9	17,3 ± 0,8	188 ± 12
Árboles padres en el Bosque	1,270 ± 0,23	16,2 ± 1,3	15,4 ± 0,9	110 ± 27
Diferencias en la relación árboles aislados v/s árboles en el bosque	0,610	2,3	1,9	78

Se encontró que existen diferencias significativas para el peso y tamaño de los conos de acuerdo a la procedencia de los árboles padres (Cuadro 18; 19; 20, Anexo 7). Los conos de árboles padres aislados poseen un peso de 1,880 kg,

con 18,5 cm de largo y 17,3 cm de ancho, en cambio aquellos conos que provienen de árboles padres ubicados en el bosque poseen un peso de 1,270 kg, con 16,2 cm de largo y 15,4 cm de ancho (Cuadro 2). El peso de los conos provenientes de árboles aislados es superior en 0,610 kg respecto a los árboles del bosque; esta misma tendencia se observa en el número de semillas por cono (Cuadro 2, Anexo 7).

CUADRO 3 Evaluación de las semillas extraídas de árboles de *Araucaria araucana* provenientes de dos condiciones diferentes de cobertura en el Parque Nacional Nahuelbuta.

Sector P. N. Nahuelbuta	Número de semillas por kilo	Peso de Semillas (g)	Largo de Semillas (cm)	Diámetro de Semillas (cm)
Árboles Padres Aislados	225 ± 6,9	3,9 ± 0,06	4,5 ± 2,0	1,3 ± 0,2
Árboles Padres en el Bosque	247 ± 10,0	3,1 ± 0,05	3,8 ± 2,9	1,2 ± 0,1
Diferencias en la relación árboles Aislados v/s árboles En el bosque	22	0,8	0,7	0,1

También se observa que existen diferencias significativas en el tamaño de las semillas según la ubicación de los árboles en el bosque (Cuadro 22; 23; 24, Anexo 7), superando en tamaño aquellas que provienen de árboles aislados, lo cual está reflejado directamente en el número de semillas por kilo, el cual es inferior.

Las semillas de los árboles padres aislados tienen un peso de 3,9 g, con 45,4 cm de largo y 12,9 cm de diámetro, en cambio las semillas extraídas de los

árboles padres ubicados en el bosque poseen un peso de 3,1 g, con 38,9 cm de largo y 12,3 cm de diámetro (Cuadro 3).

4.1.2 Evaluación de los parámetros considerados para la caracterización de los conos y las semillas de Villa Las Araucarias.

En los Cuadros 4 y 5 se entrega los valores promedios de las características de los conos y las semillas de la procedencia de Villa Las Araucarias, de acuerdo a la ubicación de los árboles padres.

CUADRO 4 Características de los conos extraídos de árboles de *Araucaria araucana* provenientes de árboles padres aislados de Villa Las Araucarias.

Sector Villa Las Araucarias	Peso Conos (kg)	Largo Conos (cm)	Diámetro de conos (cm)	Número de Semillas por cono
Árboles padres aislados	1,04 ± 0,24	14,8 ± 1,8	13,5 ± 1,1	129 ± 34

Los conos extraídos de los árboles padre que se desarrollan en forma aislada en el sector de Villa Las Araucarias poseen un peso de 1,04 Kg, con 14,8 cm de largo y 13,5 cm de diámetro, con un promedio de 129 semillas por cono.

CUADRO 5 Caracterización de semillas de *Araucaria araucana* provenientes de árboles aislados en Villa Las Araucarias.

Sector Villa Las Araucarias	Número de semillas por kilo	Peso de semillas (g)	Largo de semillas (cm)	Diámetro de Semillas (cm)
Árboles Aislados	344 ± 10	2,9 ± 0,8	3,5 ± 0,5	1,3 ± 0,1

Las semillas extraídas de los árboles padres aislados del sector de Villa Las Araucarias poseen un largo de 3,5 cm, con un diámetro de 1,3 cm, con un promedio de 344 de semillas por kilo.

En general, el resultado obtenido nos indica que el tamaño de conos y semillas que provienen de árboles padres aislados poseen un mayor tamaño con respecto a aquellos que provienen de árboles padres que se encuentran en el bosque. Uno de los factores que explica este fenómeno es la mayor cantidad de luz que reciben aquellos árboles que se encuentran aislados, por lo tanto, el tamaño de los conos, el tamaño de las semillas y a la vez el mayor número de semillas presentes en éstos aumenta en comparación a los árboles ubicados al interior del bosque los que están menos expuestos a la luz (Donoso, 1993). Este efecto es causado probablemente por la acción de un pigmento denominado fitocromo, que al estar en contacto con la luz se activa, provocando un incremento generalizado de las hormonas vegetales estimulantes del crecimiento (Curtis, 1995).

4.1.3 Comparación de acuerdo a la procedencia.

4.1.3.1 Características de los conos extraídos de árboles en distinta condición y procedencia. Se encontró que existen diferencias significativas para cada una de las características de los conos extraídos de árboles padres aislados y en el bosques para las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias (Cuadro 26; 27, Anexo 7).

Al comparar cada una de las características de los conos extraídos de árboles de distinta condición, se aprecia que independientemente de la ubicación en el paisaje de los árboles padres, aquellos provenientes de la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta poseen un mayor tamaño en comparación con la procedencia de Villa Las Araucarias (Cuadro 6), así se encontró que conos provenientes de Parque Nacional Nahuelbuta pesan 0,840 kg más y poseen 59 semillas demás que la procedencia de Villa Las Araucarias.

CUADRO 6 Características de los conos extraídos de árboles de *Araucaria araucana* provenientes de dos condiciones diferentes de cobertura en el Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.

Sector	Ubicación de árboles Padre	Peso Conos (Kg.)	Largo conos (cm)	Diámetro conos (cm)	Número de semillas por cono
Parque Nacional Nahuelbuta	Árboles padre Aislados	1,880 ± 0,29	18,5 ± 0,9	17,3 ± 0,8	188 ± 12
	Árboles padre en el bosque	1,270 ± 0,23	16,2 ± 1,3	15,4 ± 0,9	110 ± 27
Villa Las Araucarias	Árboles padre Aislados	1,040 ± 0,24	14,8 ± 1,8	13,5 ± 1,1	129 ± 34
Diferencias en la relación árboles aislados de ambas procedencias	Árboles padre aislados de ambas procedencias	0,840	3,7	3,8	59

4.1.3.2 Comparación de las semillas extraídas de árboles en distinta condición y procedencia. Para las semillas de *Araucaria araucana* procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias también se observan diferencias significativas ($\alpha = 0,05$) (Cuadro 29, Anexo 7).

Las semillas de la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta poseen un mayor tamaño con respecto a la procedencia de Villa Las Araucarias, independiente de la ubicación del árbol padre, lo que se refleja en el número de semillas por kilo que es superior para la procedencia de Villa Las Araucarias en 119 semillas promedio por kilo, debido a su menor tamaño (Cuadro 7). El diámetro de las semillas es similar para ambas procedencias, en cambio existen diferencias en el largo y en el peso de las semillas.

CUADRO 7 Comparación de las semillas extraídas de árboles de *Araucaria araucana* provenientes de dos condiciones diferentes de cobertura en el Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.

Sector	Ubicación de árboles Padre	Número de semillas por kilo	Contenido de humedad (%)	Peso de Semillas (gr.)	Largo de semillas (cm)	Diámetro de semillas (cm)
Parque Nacional Nahuelbuta	Árboles padre Aislados	225,0	46,0 ± 2,1*	3,9 ± 0,06	4,5 ± 2,0	1,3 ± 0,2
	Árboles padre en el bosque	247,0		3,1 ± 0,05	3,8 ± 2,9	1,2 ± 0,1
Villa Las Araucarias	Árboles padre Aislados	344 ,0± 10,0	38,0 ± 2,6	2,9 ± 0,8	3,5 ± 0,5	1,3 ± 0,1
Diferencias en la relación árboles aislados de ambas procedencias	Árboles padre aislados De ambas Procedencias	119,0	8,0	1,0	1,0	0,0

*Valor determinado en forma general para la procedencia.

El mayor valor encontrado para cada una de las características medidas en los conos y las semillas de la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta con relación a Villa Las Araucarias, se puede explicar por un carácter adaptativo de la especie a condiciones de mayor o menor sequedad en el suelo durante el período de germinación y crecimiento de las plántulas (Donoso, 1993), este motivo hacia suponer que la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta presentaría tamaños inferiores con respecto a la otra procedencia, debido que la procedencia de Villa Las Araucarias se encuentra a una menor altitud, en mejores condiciones ambientales¹. Sin embargo, el resultado obtenido señala lo contrario, siendo mayores los tamaños de conos y semillas provenientes del Parque Nacional Nahuelbuta.

¹ Comunicación personal, Marco Cortés.

4.2 Comportamiento de la viabilidad de las semillas de *Araucaria araucana* para ambas procedencias.

4.2.1 Viabilidad de las semillas procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.

La Figura 2 representa la pérdida de viabilidad a medida que transcurre el tiempo para cada tratamiento pregerminativo, pudiendo apreciarse que en ambas procedencias el almacenamiento afecta a la viabilidad de las semillas de *Araucaria araucana*. La respuesta de las semillas a los distintos tipos de almacenamiento es similar en ambas procedencias, comportándose de forma similar a lo largo de cada período de almacenamiento. El almacenamiento en mallas plásticas a temperatura ambiente mostró una pérdida casi completa de la viabilidad en el período de 60 días de almacenamiento, para los frascos de vidrio se produjo en el período de 120 días, en cambio el almacenamiento en bolsas plásticas posee una baja pérdida de la capacidad germinativa a los 150 días de almacenamiento.

En el almacenamiento de frasco de vidrio la capacidad germinativa decrece para la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta de 83,1% a 1,25 % y de 90,6% a 0,6% para Villa Las Araucarias en solo 120 días de almacenamiento (Cuadro 4, Anexo 3).

La pérdida de la capacidad germinativa decrece en un periodo más reducido en el almacenamiento en mallas plásticas, para la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta de 68,8% a 2,5% y de 71,3% a 5,6% para Villa Las Araucarias en tan solo 60 días (Cuadro 6, Anexo 3).

En el almacenamiento en bolsas plásticas la capacidad germinativa decrece paulatinamente para la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta de 90% a 58,8% y de 88,8% a 66,3% para Villa Las Araucarias, siendo este único

almacenamiento que registra una capacidad germinativa en el período de 150 días (Cuadro 5, Anexo 3).

Los resultados muestran que la pérdida de la capacidad germinativa se produce con anterioridad en el almacenamiento a temperatura ambiente en ambas procedencias. Al considerar este tipo de almacenamiento como tratamiento testigo, los resultados obtenidos están reflejando que este tipo de almacenamiento es perjudicial para la mantención de la viabilidad, obteniéndose para cada período una capacidad germinativa inferior en comparación con los otros almacenamientos.

Los resultados obtenidos indican que la capacidad germinativa obtenida de cada tipo de almacenamiento es significativamente diferente entre si ($\alpha = 0,05$) (Cuadro 49, Anexo 10), produciéndose una respuesta distinta a lo largo de todo el período de almacenamiento. Cada procedencia posee una respuesta similar en cada tipo de almacenamiento, ello implicaría que ambas procedencias fueron afectadas de forma similar por cada tipo y período de almacenamiento (Figura 3).

Cada tipo de almacenamiento otorgó distintas condiciones a las semillas, las cuales produjeron efectos en la viabilidad con el transcurso del período de almacenamiento. La pérdida de la viabilidad producida en el almacenamiento en mallas plásticas a temperatura ambiente se relaciona directamente con la pérdida de humedad de las semillas, debido a que son semillas recalcitrantes, que poseen un alto contenido de humedad una vez colectadas y son sensibles a la desecación ((Hartmann y Kester, 1988) motivo por el cual la pérdida de viabilidad se produjo con anterioridad con respecto a los otros almacenamientos.

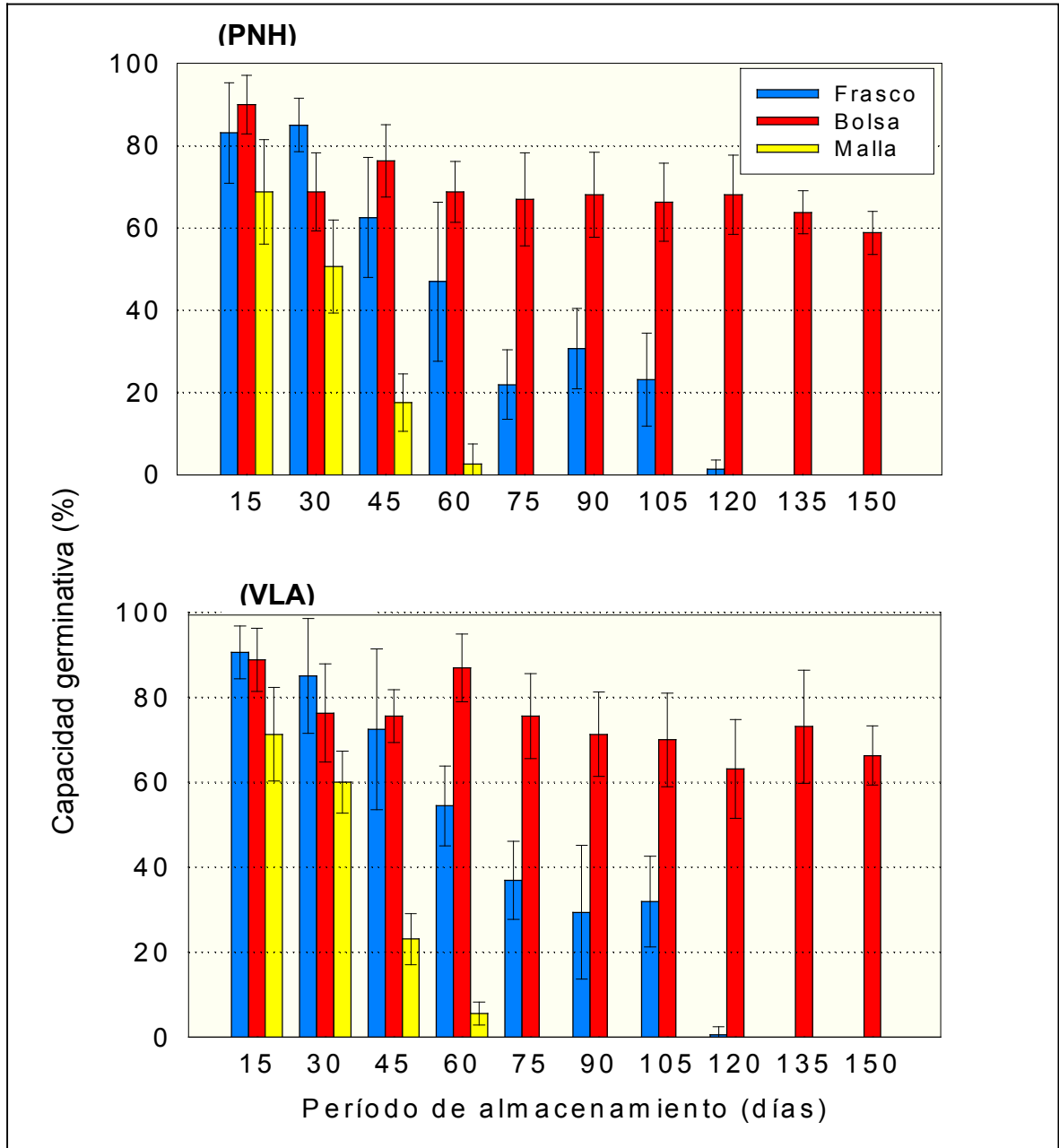


FIGURA 2 Comportamiento de la viabilidad de las semillas de *Araucaria araucana* almacenadas en frascos de vidrio herméticos a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, bolsas plásticas a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y en mallas plásticas a temperatura ambiente de $20,6^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta (PNH) y Villa Las Araucarias (VLA).

En el almacenamiento en frasco de vidrio, la pérdida de la capacidad germinativa es producto de la dificultad en la respiración de las semillas de *Araucaria araucana*, producto del consumo del oxígeno al interior del frasco con el paso del tiempo y el impedimento del intercambio gaseoso con el exterior. En este tipo de semillas el oxígeno es papel fundamental en la mantención de la viabilidad de ellas durante su almacenamiento Willan (1991).

El almacenamiento en bolsas plásticas otorgó mejores condiciones para mantener la viabilidad en las semillas, por este motivo, la pérdida de la capacidad germinativa fue inferior con respecto a los otros tipos de almacenamiento, permitiendo intercambio gaseoso y mantención del contenido de humedad, lo que permite que las semillas continúen con vida, llevando a cabo todos los procesos fisiológicos Willan (1991).

La mantención de la capacidad germinativa con la utilización de bolsas plásticas concuerda con lo estudiado recientemente por Chavez A.; Mudridge. H; Fassola. D; Fernández R. (1999) sobre las condiciones de almacenamiento refrigerado y de atmósfera modificada para conservar el poder germinativo de las semillas de *Araucaria angustifolia* obteniendo como resultado los mayores valores de poder germinativo con el empleo de películas plásticas con mayor permeabilidad, disminuyendo considerablemente a los 60 días de almacenamiento en aquellos de películas plásticas con una baja permeabilidad.

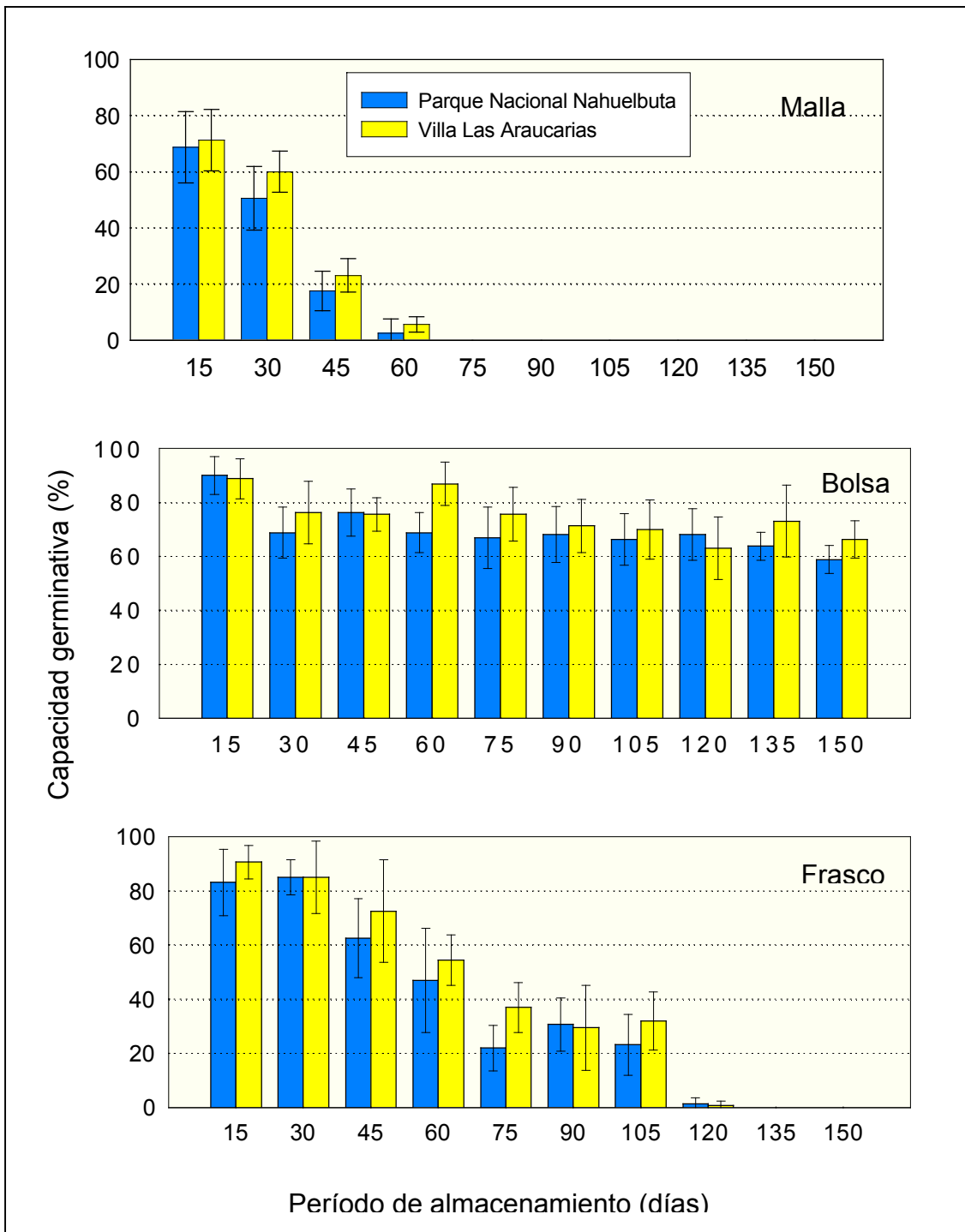


FIGURA 3 Comparación en el comportamiento de la viabilidad de las semillas de *Araucaria araucana* de las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias sometidas a los distintos tipos de almacenamiento.

4.2.2 Comportamiento de la viabilidad de las semillas de *Araucaria araucana* para ambas procedencias obtenida a través de test de corte.

La figura 4 representa los cambios producidos en la viabilidad de las semillas de *Araucaria araucana* para ambas procedencias. Se observa que transcurrido el tiempo para todos los ensayos de almacenamiento, la viabilidad obtenida con el test de corte decrece.

Para el almacenamiento en frascos de vidrio, bolsas plásticas y mallas plásticas se observó cambios distintos en las semillas en el transcurso del período de almacenamiento, debido a las condiciones que son sometidas las semillas. Las semillas almacenadas en frascos de vidrio a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ a partir del período de 75 días mostraron un cambio de coloración en el endosperma y en el embrión presentando, además, mal olor producto de la fermentación al interior del frasco.

Las semillas almacenadas en bolsas plásticas a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ no mostraron ningún cambio visible, por lo tanto las semillas consideradas no viables fueron sólo por la falta de embrión o presencia de hongos.

El cambio ocurrido en las semillas almacenadas en mallas plásticas a temperatura ambiente a $20,6^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, imposibilitó la realización del test de corte a partir del período de 105 días de almacenamiento, como producto de la pérdida de humedad, quedando de manifiesto la pérdida de viabilidad de éstas semillas (Figura 4).

El almacenamiento en frasco de vidrio a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, de acuerdo al test de corte se obtuvo que a los 105 días las semillas se encontraban totalmente dañadas (Figura 4), sin embargo, en el test de germinación directa aun se observaba una capacidad germinativa de 21,9% y 36,9% para la procedencia de Parque

Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias respectivamente (Cuadro 7, Anexo 4).

En el almacenamiento en mallas plásticas a temperatura ambiente a $20,6^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, se obtuvo de acuerdo al test de corte que a los 75 días de almacenamiento las semillas presentaban un 45,6% y 36,3% de viabilidad para las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias (Cuadro 9, Anexo 4), sin embargo, la capacidad germinativa fue nula para el ensayo de siembra directa.

Generalmente con el test de corte se obtuvo viabilidades mayores, en comparación a las determinadas por el test de germinación directa, demostrando que no es un método confiable para la determinación de la capacidad germinativa debido a que el examen físico realizado a las semillas no permite visualizar los cambios fisiológicos que se producen al interior de las semillas y que provocan la muerte de esta.

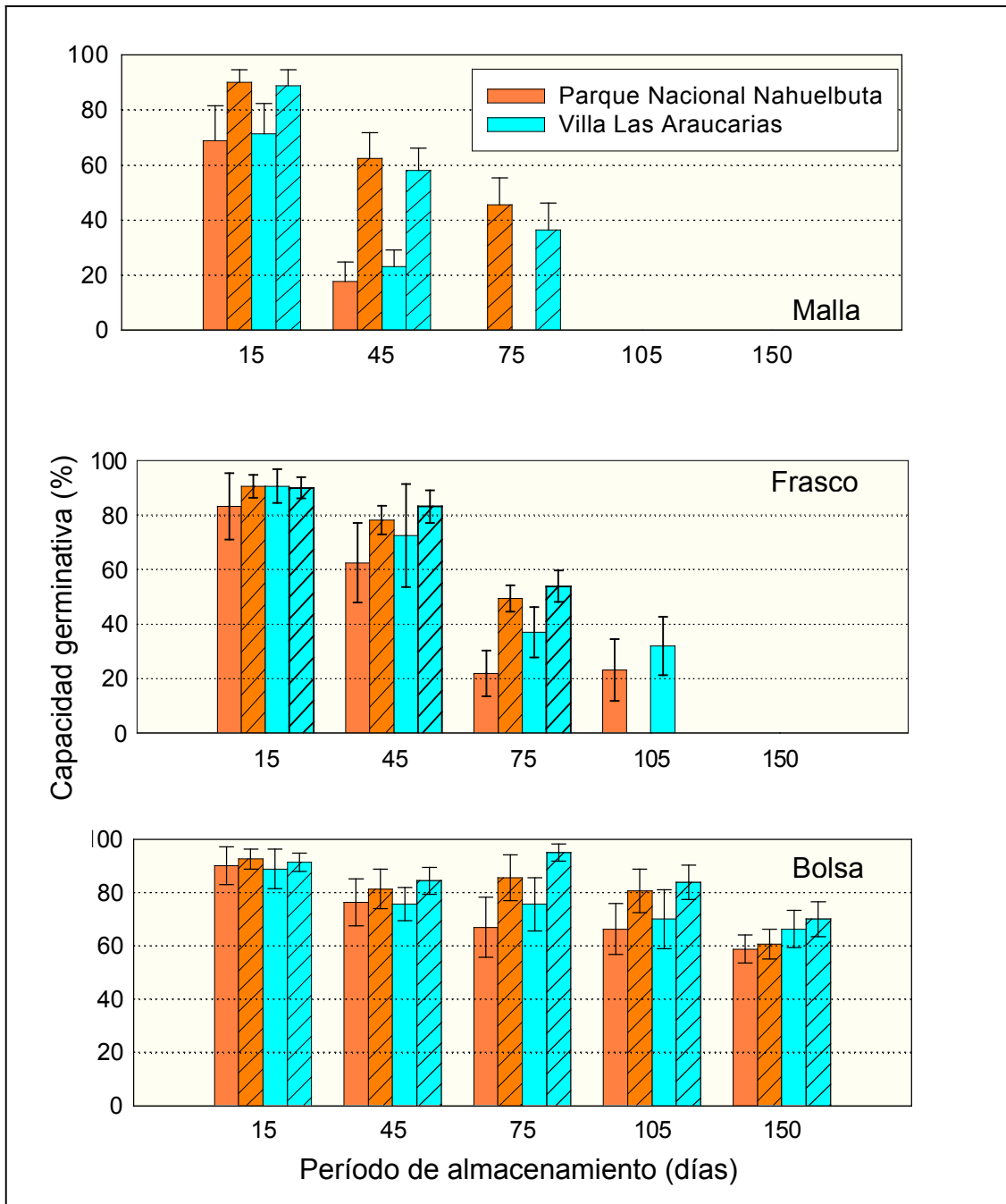


FIGURA 4 Viabilidad obtenida a través de test de corte (barras achuradas) y el test de germinación directa (barras sin achurar) para cada tipo de almacenamiento para las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.

4.3 Capacidad germinativa y energía germinativa de las semillas de *Araucaria araucana* con tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

4.3.1 Capacidad germinativa de las semillas de *Araucaria araucana* procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.

La respuesta observada al aplicar un tratamiento pregerminativo en arena húmeda por períodos de 30, 45 y 60 días es un incremento en la capacidad germinativa con el aumento del período del tratamiento pregerminativo, produciendo un comportamiento similar en ambas procedencias. Se pudo determinar que el efecto del tratamiento pregerminativo de 30 días no tuvo la misma respuesta que el tratamiento pregerminativo de 60 días, superando este último a los tratamientos con períodos de menor tiempo. Claramente se puede apreciar el efecto del tratamiento pregerminativo, al comparar con el tratamiento testigo, el cual no registró germinación para la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta y en baja proporción para sector de Villa Las Araucarias (Figura 5).

Los períodos de 30 y 60 días de tratamiento pregerminativo registraron diferencias significativas ($\alpha = 0,05$) (Cuadro 58, Anexo 11), con una capacidad germinativa de 65% y 60,3% para el período de 30 días de tratamiento pregerminativo en las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias respectivamente y de 82,5% y 78,8% para el período de 60 días tratamiento pregerminativo respectivamente (Cuadro 10, Anexo 5), así mismo la respuesta a los períodos de 45 días y 60 días de tratamiento pregerminativo difieren estadísticamente ($\alpha = 0,05$) (Cuadro 58, Anexo 11), obteniendo a los 45 días capacidades de 71,3% y 70% para las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias, incrementándose para el período de 60 días de tratamiento pregerminativo con capacidades de 82,5% y 78,8% en ambas procedencias respectivamente (Cuadro 10, Anexo 11).

Los únicos períodos de tratamiento pregerminativo que no registraron diferencias ($\alpha = 0,05$) (Cuadro 58, Anexo 11) en cuanto a capacidad germinativa corresponden a 30 y 45 días presentando una capacidad germinativa de 65% y 66,3% para el período de 30 días en ambas procedencias respectivamente, en comparación con una capacidad germinativa de 71,3% y 70% para el período de 60 días de tratamiento pregerminativo (Cuadro 10, Anexo 5).

El tratamiento testigo presentó una capacidad germinativa de 3,8% para la procedencia de Villa Las Araucarias, y además presenta diferencias estadísticas significativas con cada uno de los períodos de tratamiento pregerminativo aplicados a las semillas de esta procedencia ($\alpha = 0,05$) (Cuadro 58, Anexo 11).

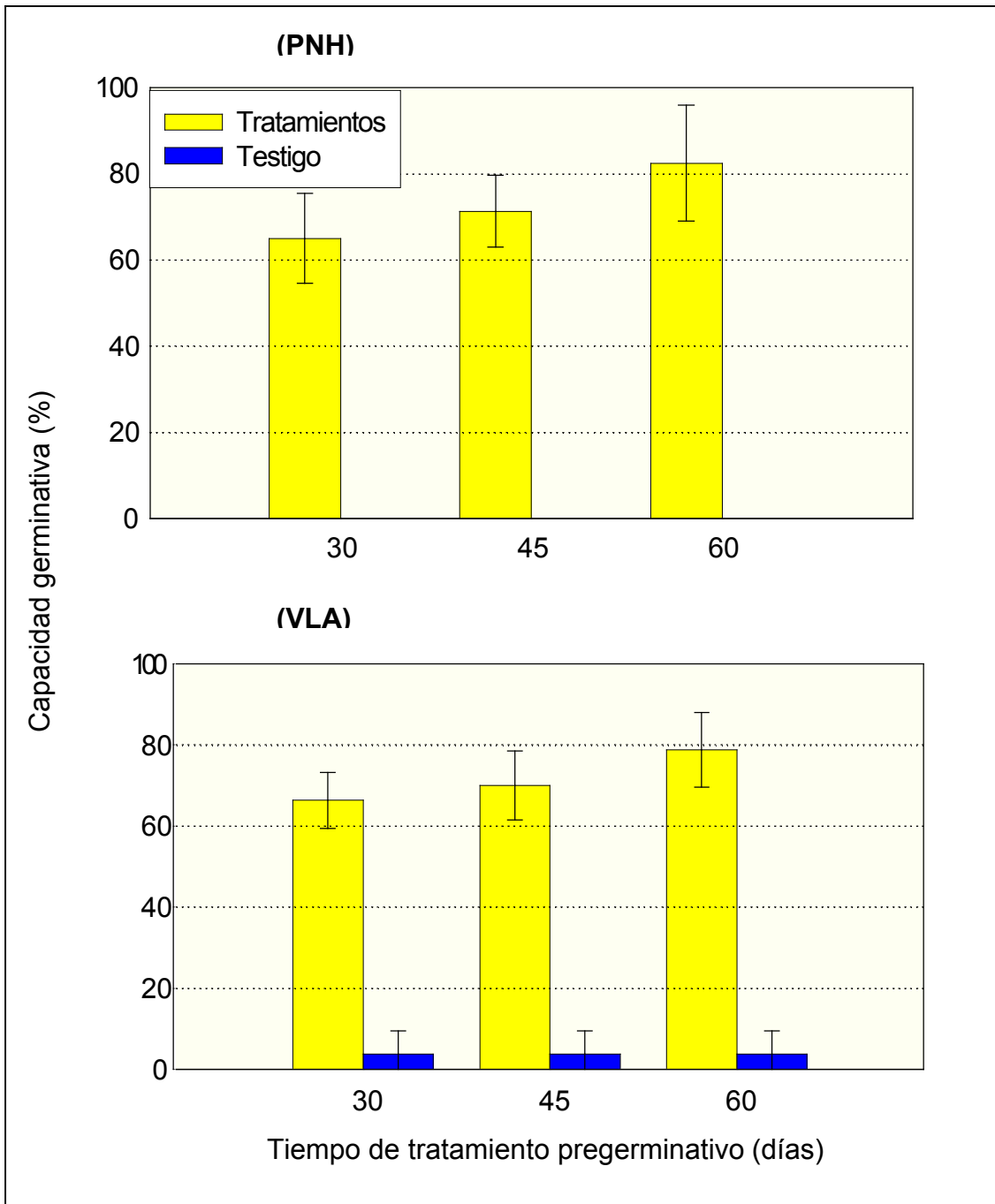


FIGURA 5 Capacidad germinativa de semillas de *Araucaria araucana* de las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta (PNH) y Villa Las Araucarias (VLA) sometidas a tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por períodos de 30, 45, 60 días y tratamiento testigo.

Los resultados muestran que las semillas de *Araucaria araucana* requieren de un tratamiento pregerminativo en frío, en caso contrario se obtienen capacidades germinativas muy bajas.

El tratamiento pregerminativo permite que las semillas de *Araucaria araucana* acumulen horas de frío necesarias para poder germinar y de esta manera romper la latencia fisiológica que presenta, esta latencia es producto de las condiciones ambientales a las cuales están sometidas las semillas, principalmente bajas temperaturas o presencia de nieve durante el invierno de acuerdo a la altitud en que se encuentren (Krugman *et al.*, 1974, citado por Donoso 1993), simulando con este tratamiento pregerminativo las condiciones que las semillas requieren para germinar.

En la procedencia de Villa Las Araucarias las condiciones a las cuales están sometidas las semillas una vez dispersadas es más favorable que en la procedencia de parque Nacional Nahuelbuta, la presencia de nieve durante el invierno es reducida debido a la baja altitud en que se encuentra, requiriendo acumular menos horas de frío para poder germinar (Cortés, 2003), por este motivo, la respuesta al tratamiento pregerminativo fue más favorable para esta procedencia, lo que está reflejado en la mayor capacidad germinativa alcanzada por éstas semillas en cada uno de los períodos de tratamiento pregerminativo, además, el tratamiento testigo el cual fue sembrado en forma inmediata, no registró germinación para la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta al término del período de evaluación de este ensayo, solo el tratamiento testigo de Villa Las Araucarias quedando de manifiesto la necesidad de utilizar un tratamiento pregerminativo para ésta semilla.

Al comparar los resultados obtenidos de la procedencia de la Cordillera de la Costa con estudios realizados por Donoso y Cabello (1978) con semillas procedentes de la Cordillera de los Andes se observa que la capacidad

germinativa en esta última es mejor, alcanzando los testigos un 52 % de germinación más que en la Cordillera de la Costa, con un período de evaluación de 250 días y con tratamiento pregerminativo con un período de tratamiento de 120 días alcanzan un 90% de capacidad germinativa en un período de 100 días de evaluación. El mayor valor de capacidad germinativa puede ser producto del mayor tiempo de tratamiento pregerminativo que recibieron estas semillas procedentes de la Cordillera de los Andes y además del mayor período de evaluación de los ensayos, no teniendo la información de la capacidad germinativa para el período de 60 días de tratamiento pregerminativo para poder comparar con este estudio.

4.3.2 Energía germinativa de las semillas de *Araucaria araucana* procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.

Los resultados indican que el tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ aumenta la energía germinativa con respecto a las semillas no tratadas, produciendo un comportamiento similar en ambas procedencias.

Los períodos de tratamiento pregerminativo de 30 y 60 días registraron diferencias significativas ($\alpha = 0,05$) (Cuadro 61, Anexo 11), con una energía germinativa de 9,3% y 13,8% para la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta y de 12,2% y 19,7% para Villa Las Araucarias (Cuadro 11, Anexo 11).

Para los períodos de 30 y 45 días de tratamiento pregerminativo sólo se registraron diferencias significativas ($\alpha = 0,05$) para la procedencia de Villa Las Araucarias, con energías germinativas de 12,2% y 13,8% para cada período de tratamiento pregerminativo respectivamente (Cuadro 11, Anexo 5).

El incremento de la energía germinativa con el aumento de un periodo de 45 a 60 días de tratamiento pregerminativo, no traen consigo un aumento

significativo de la energía germinativa ($\alpha = 0,05$) (Cuadro 61, Anexo 11) para la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta, alcanzando energías de 10,5% y 13,8%, lo contrario ocurre para la procedencia de Villa Las Araucarias con una energía germinativa de 14,1% y 19,7% para los periodos de 45 y 60 días de tratamiento pregerminativo (Cuadro 11, Anexo 11).

El efecto del tratamiento pregerminativo es favorable si se compara con el tratamiento testigo, el cual no registró germinación para la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta, solo obteniendo una energía germinativa de 2,6% para la procedencia de Villa Las Araucarias.

El principal efecto que produce el tratamiento pregerminativo en las semillas, es acelerar la germinación, sin este tratamiento la germinación es lenta, producto de la latencia que presentan las semillas (Krugman *et al.*, 1974; Donoso, 1993), con este tratamiento se reemplaza la condición de frío que las semillas requieren para romper la latencia y germinar, permitiendo que este proceso sea más rápido.

No existen antecedentes relacionados con este parámetro en la Cordillera de la Costa, sólo estudios realizados por Araya y Vallejos (2003), con semillas procedentes de la localidad de Lonquimay, Provincia de Malleco en la Novena Región de Chile, con esta procedencia se logró una energía germinativa de 13% con un tratamiento pregerminativo en arena húmeda a 4°C por un período de 30 días y el tratamiento testigo fue almacenado en frío por 30 días obteniendo una energía germinativa de 9,9%. Notablemente la energía germinativa de la Cordillera de los Andes es superior en comparación con la procedencia de la Cordillera de la Costa, puntualmente con el tratamiento testigo, esta diferencia es producto de las condiciones a las cuales fueron sometidas las semillas, en este caso el tratamiento testigo fue almacenado previamente en frío, otorgando una mejor condición, lo que le permite germinar

antes debido a la acumulación de horas de frío. Por lo tanto los resultados de ambos estudios no son comparables, porque las condiciones de los tratamientos aplicados a las semillas fueron diferentes.

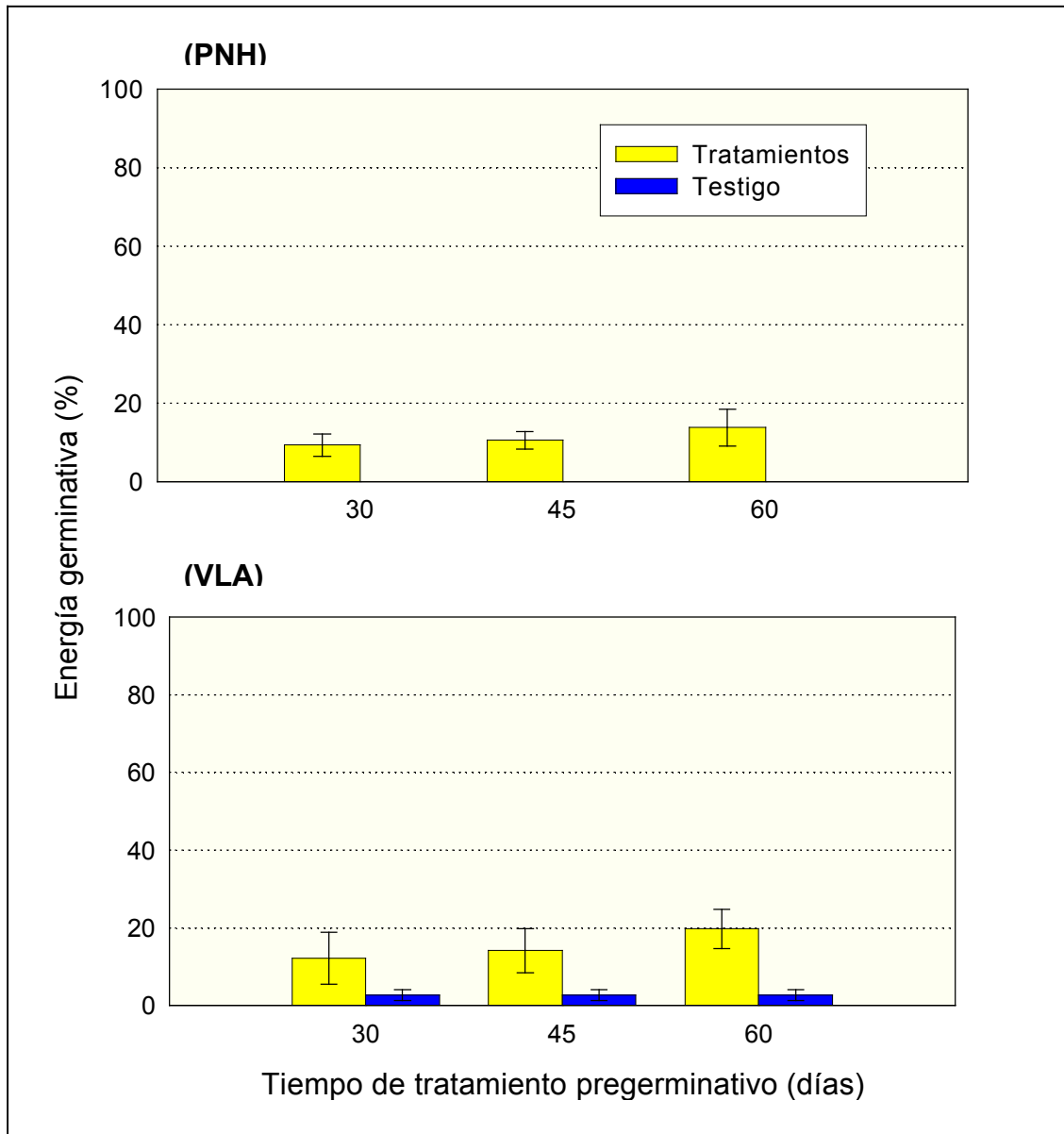


FIGURA 6 Energía germinativa de semillas de *Araucaria araucana* de las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta (PNH) y Villa Las Araucarias (VLA) sometidas a tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por períodos de 30, 45, 60 días y tratamiento testigo.

En la Figura 7 se observa que el aumento en el período de tratamiento pregerminativo provoca que el valor máximo de la energía germinativa se lleve a cabo en un menor tiempo, para la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta el máximo valor de energía germinativa se produce en el día 38, 24 y 19 para los tratamientos de 30, 45, y 60 días de estratificación en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ respectivamente y para el sector de Villa Las Araucarias en los días 26, 20 y 18 respectivamente para cada tratamiento (Cuadro 12, Anexo 5). Una de las posibles explicaciones que las semillas procedentes de Villa Las Araucarias germinan con anterioridad a las semillas procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta es un menor tiempo de exposición a bajas temperaturas, por encontrarse a una altitud aproximada de 600 m s.n.m. lo que conlleva a tener períodos invernales ocasionalmente con precipitación nival, por lo tanto no están sometidas a un régimen prolongado de bajas temperaturas, no así en la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta donde las semillas permanecen un tiempo considerable bajo la nieve por encontrarse en un sector con altitudes que sobrepasan los 1500 m s.n.m., por lo tanto las semillas requieren más horas de frío para romper la latencia.

El tratamiento testigo de la Procedencia de Villa Las Araucarias alcanza el máximo valor de energía germinativa en el día 49 correspondiente a un 2,6%, para la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta no hubo semillas germinadas al término del período de evaluación del ensayo.

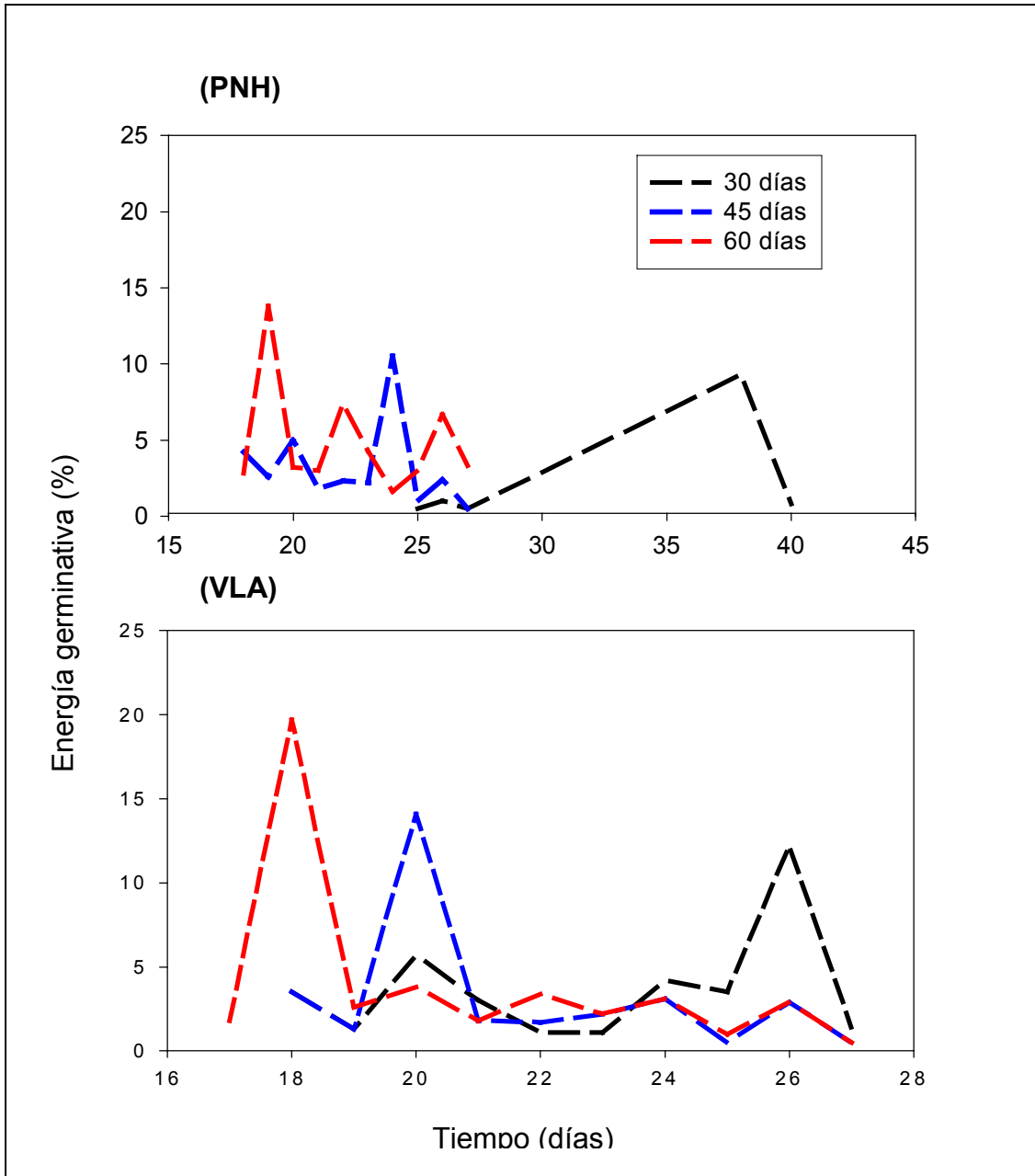


FIGURA 7 Valores máximos de energía germinativa de semillas de *Araucaria araucana* procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta (PNH) y Villa Las Araucarias (VLA) con tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por períodos de 30, 45 y 60 días.

4.4 Crecimiento inicial de plántulas de *Araucaria araucana* obtenidas de semillas sometidas a tratamiento pregerminativo en arena húmeda a 4°C ±1°C.

4.4.1 Crecimiento inicial de plántulas de *Araucaria araucana* de las procedencias de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.

La Figura 8 representa la respuesta obtenida en el crecimiento inicial de plántulas de *Araucaria araucana* provenientes de semillas con tratamiento pregerminativo en arena húmeda por 30, 45 y 60 días. Se observa que el crecimiento obtenido para la radícula y la plúmula aumenta de acuerdo al aumento del período del tratamiento pregerminativo, produciendo un comportamiento similar en ambas procedencias hasta el período de 60 días para el crecimiento de la plúmula y hasta el período de 45 días para el crecimiento radicular. Para la Procedencia de Villa Las Araucarias la tendencia no es la misma en el crecimiento radicular, provocándose una disminución en el crecimiento en el período de 60 días de tratamiento pregerminativo.

Para la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta se obtuvo un crecimiento total de la radícula de 107,6 mm para el tratamiento pregerminativo de 30 días, 119,9 mm para 45 días y de 126,5 mm para el período de 60 días de tratamiento pregerminativo. El crecimiento total obtenido al término del ensayo para la plúmula fue de 15,9 mm para el período de 30 días de tratamiento pregerminativo, aumentando a 19,5 mm en el período de 45 días de tratamiento, finalizando con 30,7 mm en el período de 60 días de tratamiento pregerminativo (Cuadro 13, Anexo 6).

Los resultados permiten determinar que el aplicar un tratamiento pregerminativo por períodos de 30 y 45 días no producen diferencias significativas para el crecimiento de la radícula, sólo se registran diferencias en el crecimiento al

aplicar períodos de tratamiento pregerminativo de 30 y 60 días (Cuadro 63, Anexo 12).

La respuesta al crecimiento de la plúmula con la aplicación del tratamiento pregerminativo por períodos de 30 y 60 días provoca un efecto significativo en el crecimiento inicial de la plúmula ($\alpha = 0,05$) (Cuadro 66, Anexo 12,) registrándose, además, diferencias entre el período de 45 y 60 días ($\alpha = 0,05$).

Para la procedencia de Villa Las Araucarias se puede apreciar que al término del ensayo el período de tratamiento pregerminativo que presentó una mejor respuesta al crecimiento de la radícula correspondió al período de 45 días, seguido por el período de 60 días y por último el tratamiento pregerminativo de 30 días (Figura 8).

Estadísticamente existen diferencias significativas ($\alpha = 0,05$) (Cuadro 63, Anexo 12), sólo entre el período de tratamiento pregerminativo de 30 y 45 días. En este caso la respuesta fue más satisfactoria para el período de 45 días obteniendo un crecimiento total de 168,3 mm al término del ensayo (Cuadro 14, Anexo 6). El crecimiento medio de la plúmula de las plántulas de Villa Las Araucarias fue de 22,2 mm para el período de 30 días de tratamiento pregerminativo, aumentando a 28,6 mm en el período de 45 días de tratamiento, finalizando con 36,0 mm en el período de 60 días de tratamiento pregerminativo, para las plántulas obtenidas de semillas procedentes de Villa Las Araucarias (Cuadro 14, Anexo 6).

El resultado obtenido para el período de tratamiento pregerminativo de 60 días no concuerda con la tendencia que presenta el crecimiento de radícula con el aumento del período de estratificación, esto, producto de la presencia de hongos en seis plántulas en este período de tratamiento pregerminativo,

registrando valores de crecimiento inferiores los cuales afectaron el valor promedio final de crecimiento (Cuadro 15, Anexo 6).

Estadísticamente existen diferencias significativas ($\alpha = 0,05$) en el valor final del crecimiento de la plúmula entre todos los períodos de tratamiento pregerminativo aplicados a las semillas, obteniendo mejor respuesta frente al período de 60 días de tratamiento (Cuadro 66, Anexo 12).

En general podemos apreciar que para ambas procedencias el tratamiento pregerminativo en arena húmeda permite que el crecimiento inicial tanto de la radícula como de la plúmula se lleve a cabo en forma más rápida, lo que queda de manifiesto si comparamos el crecimiento obtenido con tratamiento pregerminativo y el tratamiento testigo el cual no tuvo respuesta en el período de evaluación del ensayo (Figura 8). De esta manera se puede afirmar la necesidad de un tratamiento pregerminativo para esta semilla y de esta manera obtener un crecimiento de mayor rapidez, en un menor tiempo, disminuyendo la susceptibilidad al ataque de patógenos durante el desarrollo de las plántulas.

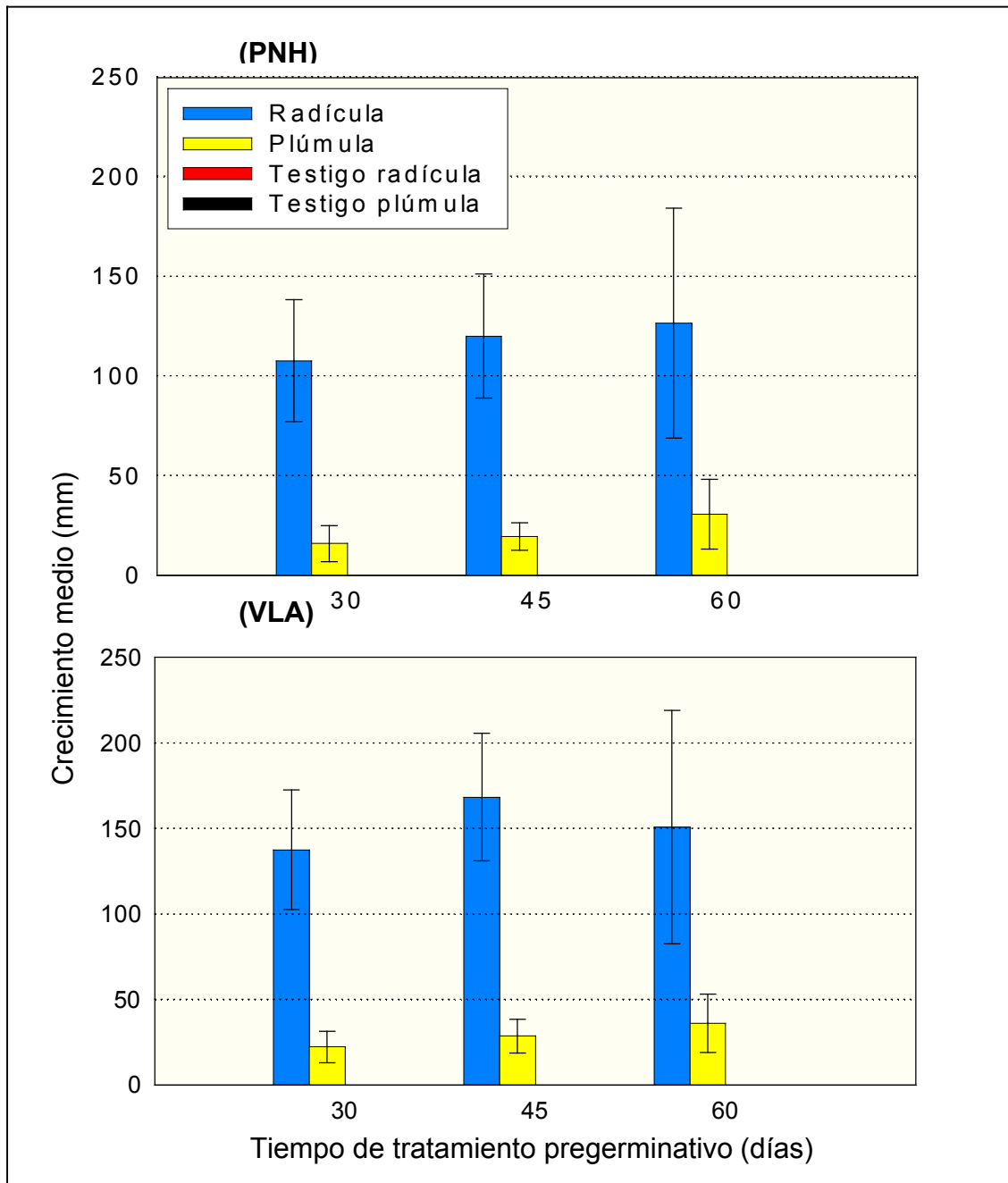


FIGURA 8 Crecimiento total de la radícula y la plúmula de plántulas de *Araucaria araucana* obtenidas de semillas con tratamiento pregerminativo en arena húmeda a 4°C por períodos de 30, 45 y 60 días para semillas procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta (PNH) y Villa Las Araucarias (VLA).

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 $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Al comparar el día de inicio del crecimiento inicial de la radícula y la plúmula de las plántulas de *Araucaria araucana* de ambas procedencias (Figura 9), se observa que el inicio del crecimiento radicular se produce antes en el sector de Villa Las Araucarias con respecto al Parque Nacional Nahuelbuta, produciéndose en el día 18, 17 y 16 para el período de 30, 45 y 60 días de tratamiento pregerminativo respectivamente (Cuadro 16, Anexo 6).

Para el sector de Parque Nacional Nahuelbuta la aparición de la radícula es más tardía, produciéndose el día 28 en el período de 30 y 45 días, para el período de 60 días de tratamiento pregerminativo se acelera iniciándose en el día 18 (Cuadro 17, Anexo 6). En ambos sectores de procedencia el crecimiento inicial de la radícula y la plúmula para el tratamiento testigo al término del período de evaluación del ensayo, no se llevaba a cabo, ésta se produjo posteriormente en el día 112 para la radícula y el día 118 para la plúmula en plántulas del Parque Nacional Nahuelbuta respectivamente y Villa Las Araucarias en el día 64 y 74 para la radícula y la plúmula.

Éstos resultados obtenidos en este estudio difieren de lo expuesto por Araya, R. y Vallejos, A. (2003) en semillas procedentes del sector de Lonquimay, las cuales fueron sometidas a tratamiento pregerminativo por un período de 30 días, llevándose a cabo la aparición de la radícula el día 6 y en el día 7 en el tratamiento testigo. El largo de la radícula de las semillas con tratamiento pregerminativo alcanzó 16 mm mientras que el testigo fue solo de 6 mm, en un período de 30 días de evaluación. En este caso la posible causa de la aparición de la radícula en el día 7 para el testigo, es debido al almacenamiento en frío a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ que tuvieron las semillas, lo que no ocurrió en este estudio, ya que

las semillas fueron sembradas una vez recolectadas, lo que permitió romper la latencia de las semillas acelerando de esta manera la germinación, por lo tanto, no es comparable con este estudio debido a que las condiciones no son similares.

5 CONCLUSIONES

La ubicación en el paisaje de los árboles de *Araucaria araucana* afecta el tamaño de los conos y la productividad de semillas. Los árboles aislados poseen conos de mayores dimensiones y mayor cantidad de semillas por cono.

El tipo y tiempo de almacenamiento afecta de igual forma la viabilidad de las semillas de *Araucaria araucana* de ambas procedencias.

La pérdida más rápida de la viabilidad de las semillas de *Araucaria araucana* se produce en el almacenamiento de mallas plásticas.

Las condiciones de cada tipo de almacenamiento afectaron en forma diferente a la capacidad germinativa de las semillas de *Araucaria araucana*. La pérdida de humedad en el almacenamiento en mallas plásticas a $20,6^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y la disminución de oxígeno en el almacenamiento en frascos de vidrio a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ fueron la principal causa de la pérdida de la viabilidad de las semillas.

Los niveles más altos de viabilidad de las semillas de *Araucaria araucana* se lograron en el almacenamiento de bolsas plásticas, debido a la mejor capacidad de intercambio gaseoso y del contenido de humedad de este contenedor.

El tratamiento pregerminativo de las semillas de *Araucaria araucana* en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ aumenta la capacidad y energía germinativa de ellas en relación al tratamiento testigo.

El aumento en el período de tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ aplicado a las semillas de *Araucaria araucana* incrementa la capacidad y la energía germinativa de ellas.

El tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ afecta el crecimiento inicial de plántulas de *Araucaria araucana* de forma similar para ambas procedencias. El crecimiento de la radícula y la plúmula se incrementa con el aumento en el período de tratamiento pregerminativo aplicado a las semillas.

El aumento en el período de tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ de las semillas de *Araucaria araucana*, produce la aparición anticipada de la radícula y la plúmula obteniéndose un mayor crecimiento en un menor tiempo.

6 RESUMEN

Existe la necesidad de contar con más antecedentes relacionados con el comportamiento en el proceso germinativo de las semillas *Araucaria araucana*, como respuesta a tratamientos pregerminativos que favorezcan la germinación y el crecimiento inicial de las plántulas y el tiempo y tipo de almacenamiento que prolongue la viabilidad de las semillas, con el fin de poder llevar a cabo la restauración de las áreas que se encuentren actualmente degradadas.

Para realizar esta investigación se recolectaron conos en los sectores de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias, los cuales fueron procesados en laboratorio para la obtención de las semillas.

Para evaluar el comportamiento de la viabilidad de las semillas éstas fueron almacenadas en tres condiciones: frascos de vidrio a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y bolsas plásticas a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ al interior de una cámara de frío y en mallas plásticas en el interior del laboratorio a $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por un período de 150 días en donde las muestras fueron retiradas quincenalmente de cada tipo de almacenamiento.

El comportamiento de la capacidad y energía germinativa se obtuvo aplicando un tratamiento pregerminativo en arena húmeda a 4°C por períodos de 30, 45, 60 días y un testigo sin tratamiento pregerminativo, los mismos períodos de tratamiento pregerminativo fueron aplicados a las semillas para analizar el crecimiento inicial de radícula y plúmula de las plántulas en los primeros estadios de crecimiento.

Los resultados obtenidos para la viabilidad demostraron que la mejor condición de almacenamiento es en bolsas plásticas a 4°C obteniendo para el período de 150 días de almacenamiento una capacidad germinativa de 58,8% y 66,3% para el sector de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias respectivamente, existiendo una capacidad muy reducida para el período de 120 días de almacenamiento en frasco de vidrio a 4°C que corresponde a 1,25% y 0,6% respectivamente en ambos sectores y en el período de 60 días en almacenamiento en mallas plásticas con capacidades de 2,5% y 5,6%.

Para los tres períodos de tratamiento pregerminativo se obtuvo como resultado un aumento de la capacidad germinativa siendo esta de 65%, 71,3% y 82,5% para el sector de Parque Nacional Nahuelbuta, en este caso el testigo no registró germinación al término de la evaluación y de 66,3%, 70% y 78,8% para cada período de tratamiento pregerminativo respectivamente, obteniendo para el tratamiento testigo una capacidad de 3,8% para las semillas procedentes de Villa Las Araucarias, de igual manera se produjo un aumento de la energía germinativa con el aumento del período de tratamiento pregerminativo siendo esta de 9,3%, 10,5% y 13,8% registrando el testigo un 0% para el sector de Parque Nacional Nahuelbuta, en el caso de Villa Las Araucarias se obtuvo 12,2%, 14,1%, 19,7% y 2,6% para el tratamiento testigo.

Para el crecimiento inicial de plántulas se obtuvo como resultado un aumento en el crecimiento de la radícula y la plúmula con el aumento del período de tratamiento pregerminativo siendo este de 107,6 mm, 119,9 mm y 126,5 mm para la radícula y de 15,9 mm, 19,5 mm y 30,7 mm para la plúmula de plántulas del Parque Nacional Nahuelbuta, para el testigo no se registro crecimiento y 137,6 mm, 168,3 mm y 150,6 mm para la radícula y de 22,2 mm, 28,6 mm y 36 mm para la plúmula, el tratamiento testigo no registro crecimiento.

7 SUMMARY

It exist the need to tell with more records accounting with the behaviour in the *Araucaria araucana* germinative process as a response to pregerminative treatment, what help for germination and plantules inicial growing, and the storing time and type what prologues the viability of the seed, with the purpose to can to carry out the restoration of the areas what it been degrees at the moment.

For make this research, it was recollected cones in the area of the Nahuelbuta National Park and Las Araucarias village they was processed in the laboratory to getting the seed.

To value the behaviour of the seeds viability, they was storing in three different conditions: glass flask at $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ and plastic bags at $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ inside of cold storage chamber, and in plastic mesh inside the laboratory at $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ for time period of 150 days where the samples was retired twice a month of each storing type. The behaviour of the capacity and germinative energy it was got with a pregerminative energy it was got with a pregerminative treatment without treatment in humit sand at 4°C for time periods of 30, 45 and 60 days and a witness treatment without treatment, same treatment time periods where applicated to the seeds for analyzing the inicial growing of radícle and plumule of the plantules in the first growing phases.

The consequences got for the viability it proved what the best storing condition is in plastic bags at 4°C got for the 150 days storing period, with a

germinative capacity of 58,8% and 66,3% for Nahuelbuta National Park and Las Araucarias village areas respectively, it been a very reduced capacity for the 120 days period of storing in the glass flask, at 4°C, this it correspond to 1,25% and 0,6% respectively in both areas, and in 60 days period in storing inside plastic mesh with capacities of 2,5% and 5,6%.

For three first pregerminative treatment periods, it was got as a consequence an increase of the germinative capacity, it been this, of 65%, 71,3% and 82,5% for Nahuelbuta National Park area. In this case, the witness didn't record germination to the end of the evaluation, and of 66,3%, 70% and 78,8% for each treatment period respectively, getting for witness treatment a capacity of 3,8 for Las Araucarias Village seeds, in the same way, it was produced an increase of germinative energy with enlargement of the pregerminative treatment period, it been this of 9,3%, 10,5% and 13,8%, recording the witness 0% for the Nahuelbuta National Park area, in the case of Las Araucarias Village it was got 12,2%, 14,1% and 2,6% for the witness treatment.

For the inicial plantules growing it was got as results an increase in the radicle and plumule growing, with enlargement of the pregerminative treatment it been this of 107,6 mm, 119,9 mm and 126,5 mm for the radicle, and 15,9 mm, 19,5 mm and 30,7 mm for plumule of the plantules from Nahuelbuta National Park, for the witness growing it wasn't registered, and 137,6 mm, 168,3 mm and 150,6 mm for the radicle and 22,2 mm, 28,6 mm and 36 mm for the plumule the witness treatment it wasn't registered any growing too.

8 BIBLIOGRAFÍA

Araya, R., Vallejos, A. 2003. Proceso Germinativo de *Araucaria araucana*. Seminario de Título Técnico Universitario Forestal. Universidad Católica de Temuco. Temuco. Chile. 54 p.

Butin, H., Peredo, H. 1986. Hongos Parásitos en Coníferas de América del sur. Con especial referencia a Chile. 111p.

Chavez, A. 1999. Conservación refrigerada de semillas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Montecarlo. Buenos Aires. Argentina. Internet: www.inta.gov.ar/montecarlo/documentos/forestales/conservacion1.htm

Cortés, M. 2003. Dinámica y Conservación de *Araucaria araucana* (Mol.) Koch. en la Cordillera de la Costa de Chile. Tesis Magíster en Ciencias, Mención Recursos Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 110 p.

Curtis, H., Barnes, N. 1995. Invitación a la biología. Editorial médica Panamericana. Quinta edición. Madrid. España. 862p.

Díaz, J. E., Vaz, O. 1985. Descripción de la especie *Araucaria araucana* (Mol) K. Koch. Revista Bosque, Volumen N°5 Número 2. Página 117-118.

Donoso, C., Cabello, A. 1978. Antecedentes Fonológicos y de Germinación de Especies Leñosas Chilenas. Ciencias Forestales, Volumen N°1 Número 2. Página 31-41.

Donoso, C. 1978. Dendrología. Árboles y arbustos chilenos. Manual N° 2. Facultad de ciencias forestales. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 143 p.

Donoso, C. 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Cuarta edición. Editorial Universitaria. 483p.

Hartmann, H., Kester, D. 1988. Propagación de plantas. Principios y prácticas. Editorial Continental S.A. México. 760p.

Hoffmann, A. 1982. Flora silvestre de Chile. Zona Araucana. Ediciones Fundación Claudio Gay. Santiago de Chile. 257p.

Hoffmann, A. 1982. Flora silvestre de Chile. El árbol urbano. Ediciones Fundación Claudio Gay. Santiago de Chile. 255p.

ISTA. 1976. Reglas internacionales para ensayos de semillas. Comisión Nacional de Semillas. Buenos Aires. Argentina. 184p.

Martcorena, C., Rodríguez, R. 1995. Flora de Chile. Pteridophyta-Gymnospermae. Volumen 1. Universidad de Concepción. Concepción. Chile. 351p.

Martínez, M. 1979. Coníferas de Importancia Forestal. Publicación docente N°2. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 116p.

Montaldo, P. 1974. La Bio-Ecología de *Araucaria araucana* (Mol) Koch. Instituto Forestal Latino – Americano de investigación y capacitación. Boletín N° 46 – 48. Mérida – Venezuela. 55p.

Niembro, A. 1988. Semillas de árboles y arbustos. Ontogenia y estructura. Editorial Limusa. México. 285p.

Rodríguez, R., Mattei, O. Y Quezada, M. 1983. Flora Arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. Concepción. Chile. 408p.

Willan, R.L. 1991. Guía para la Manipulación de Semillas Forestales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 502p.

9 ANEXOS

ANEXO 1: Resumen de muestras obtenidas para la determinación del número de semillas por kilo en cada sector de estudio.

CUADRO 1 A Valores de muestras en kilogramo obtenidas de semillas procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta.

Muestra N°	Peso (kg)	Muestra N°	Peso (kg)
1	0,374	5	0,371
2	0,350	6	0,378
3	0,366	7	0,362
4	0,358	8	0,370

CUADRO 2 A Valores de muestras en kilogramo obtenidas de semillas procedentes de Villa Las Araucarias.

Muestra N°	Peso (kg)	Muestra N°	Peso (kg)
1	0,296	5	0,300
2	0,289	6	0,284
3	0,290	7	0,295
4	0,298	8	0,275

ANEXO 2: Resumen de datos de temperatura registrada en laboratorio.

CUADRO 3 A Valores de temperatura registrado en laboratorio por un período de 60 días.

Día	T°	Día	T°	Día	T°	Día	T°
1	21	16	22	31	20	46	19
2	22	17	20	32	22	47	19
3	19	18	22	33	20	48	22
4	19	19	21	34	22	49	21
5	20	20	21	35	19	50	23
6	22	21	18	36	21	51	21
7	20	22	20	37	21	52	21
8	22	23	21	38	20	53	20
9	21	24	19	39	23	54	20
10	22	25	20	40	20	55	21
11	19	26	22	41	22	56	22
12	21	27	20	42	21	57	19
13	17	28	19	43	21	58	20
14	21	29	21	44	19	59	23
15	22	30	20	45	21	60	22

ANEXO 3: Tipos de almacenamientos y capacidad germinativa para semillas procedentes de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.



FIGURA 1: Almacenamiento en frascos de vidrio y bolsas plásticas en cámara de frío a 4°C en semillas procedentes de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.



FIGURA 2: Almacenamiento en mallas plásticas a temperatura ambiente en semillas procedentes de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.

CUADRO 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.

Período de tratamiento (días)	Procedencia	
	Parque Nacional Nahuelbuta	Villa Las Araucarias
15	83,1	90,6
30	85,0	85,0
45	62,5	72,5
60	46,9	54,4
75	21,9	36,9
90	30,6	29,4
105	23,1	31,9
120	1,25	0,6
135	0,0	0,0
150	0,0	0,0

CUADRO 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.

Período de tratamiento (días)	Procedencia	
	Parque Nacional Nahuelbuta	Villa Las Araucarias
15	90,0	88,8
30	68,8	76,3
45	76,3	75,6
60	68,8	86,9
75	66,9	75,6
90	68,1	71,3
105	66,3	70,0
120	68,1	63,1
135	63,8	73,1
150	58,8	66,3

CUADRO 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.

Período de tratamiento (días)	Procedencia	
	Parque Nacional Nahuelbuta	Villa Las Araucarias
15	68,8	71,3
30	50,6	60,0
45	17,5	23,1
60	2,5	5,6
75	0,0	0,0
90	0,0	0,0
105	0,0	0,0
120	0,0	0,0
135	0,0	0,0
150	0,0	0,0

ANEXO 4 Resumen de viabilidad determinada por test de corte y germinación directa para semillas sometidas a distintos tipos y períodos de almacenamientos de ambos sectores de procedencia.

CUADRO 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.

Período de almacenamiento	Parque Nacional Nahuelbuta		Villa Las Araucarias	
	Test de corte	Germinación directa	Test de corte	Germinación directa
15	90,6	83,1	90,0	90,6
45	78,1	62,5	83,1	72,5
75	49,4	21,9	53,8	36,9
105	0,0	23,1	0,0	31,9
150	0,0	0,0	0,0	0,0

CUADRO 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.

Período de almacenamiento	Parque Nacional Nahuelbuta		Villa Las Araucarias	
	Test de corte	Germinación directa	Test de corte	Germinación directa
15	92,5	90,0	91,3	88,8
45	81,3	76,3	84,4	75,6
75	85,6	66,9	95,0	75,6
105	80,6	66,3	83,8	70,0
150	66,9	58,8	70,0	66,3

CUADRO 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.

Período de almacenamiento	Parque Nacional Nahuelbuta		Villa Las Araucarias	
	Test de corte	Germinación directa	Test de corte	Germinación directa
15	90,0	68,8	88,8	71,3
45	62,5	17,5	58,1	23,1
75	45,6	0,0	36,3	0,0
105	0,0	0,0	0,0	0,0
150	0,0	0,0	0,0	0,0

ANEXO 5: Resumen de la capacidad y energía germinativa obtenida con tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ en semillas procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.



FIGURA 3: Tratamiento pregerminativo en arena húmeda a 4°C aplicado a semillas procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.

CUADRO 10 A Capacidad germinativa (%) para tratamiento pregerminativo de 30, 45 y 60 días con semillas procedentes de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.

Período de tratamiento (días)	Procedencia	
	Parque Nacional Nahuelbuta	Villa Las Araucarias
30	65,0	82,5
45	71,3	70,0
60	60,3	78,8
Testigo	0,0	3,8

CUADRO 11 A Energía Germinativa (%) para tratamiento pregerminativo de 30, 45 y 60 días con semillas procedentes de Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.

Período de tratamiento (días)	Procedencia	
	Parque Nacional Nahuelbuta	Villa Las Araucarias
30	9,3	12,2
45	10,5	13,8
60	13,8	19,7
Testigo		

CUADRO 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.

Días	Parque Nacional Nahuelbuta			Villa Las Araucarias		
	Períodos de tratamientos (días)					
	30	45	60	30	45	60
18		4,2	2,8	3,5	3,5	24,3
19		2,6	13,8	1,3	1,3	2,6
20		5,0	3,2	5,7	15,0	3,8
21		1,8	3,0	3,0	1,8	1,8
22		2,3	7,4	1,1	1,7	3,4
23		2,2	4,3	1,1	2,2	2,2
24		10,5	1,6	4,2	3,1	3,1
25	0,5	1,0	3,0	3,5	0,5	1,0
26	1,0	2,4	6,7	7,7	2,9	2,9
27	0,5	0,5	3,3	1,4	0,5	0,5
38	9,3	2,3	1,3		2,2	

ANEXO 6 Crecimiento total de la radícula y la plúmula de plántulas de *Araucaria araucana* provenientes de semillas con distintos períodos de tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

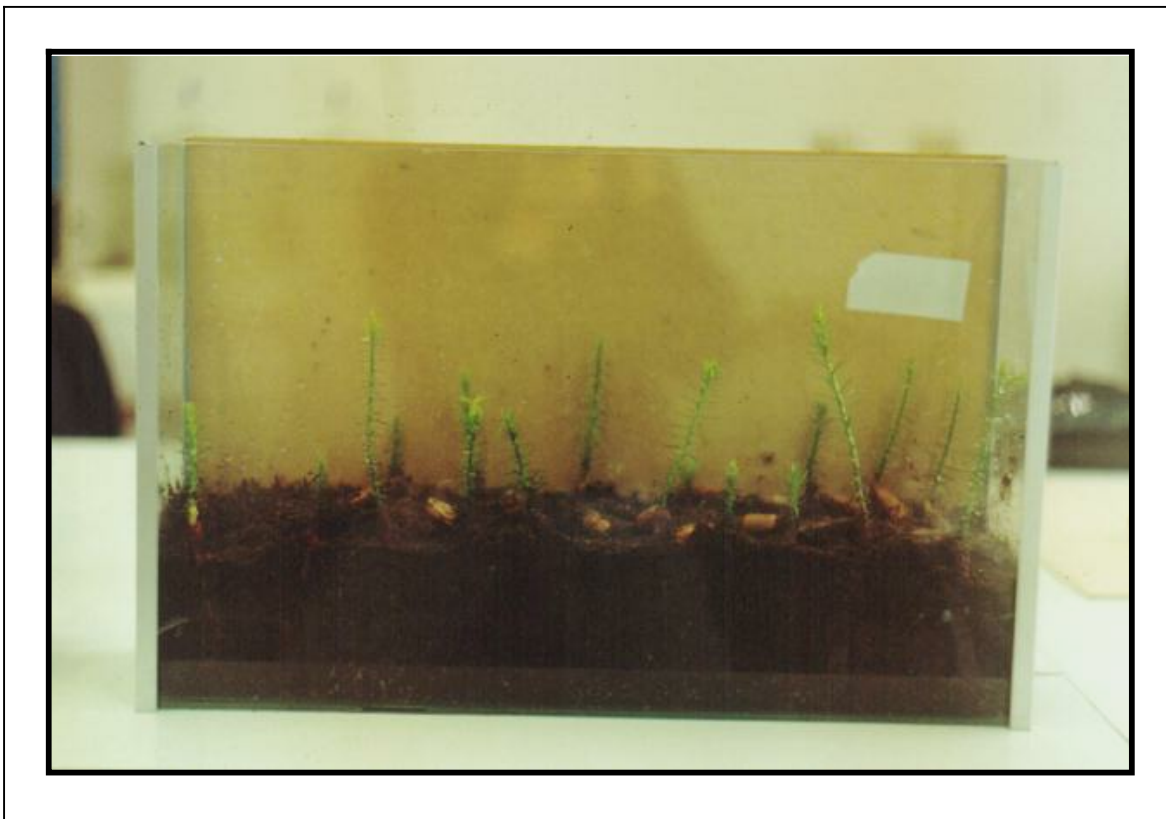


FIGURA 4 Estructura utilizada para el registro en el crecimiento inicial en plántulas obtenidas de semillas con tratamiento pregerminativo en arena húmeda a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta y Villa Las Araucarias.

CUADRO 13 A Crecimiento final de la radícula y la plúmula de plántulas proveniente de semillas con tratamiento pregerminativo en arena húmeda a 4°C ± 1°C de la procedencia de Parque Nacional Nahuelbuta.

Período de tratamiento (días)	Crecimiento final (cm)	
	Radícula	Plúmula
30	107,6	15,9
45	119,9	19,5
60	126,5	30,7

CUADRO 14 A Crecimiento final de la radícula y la plúmula de plántulas proveniente de semillas con tratamiento pregerminativo en arena húmeda a 4°C ± 1°C de la procedencia de Villa Las Araucarias.

Período de tratamiento (días)	Crecimiento final (cm)	
	Radícula	Plúmula
30	137,6	22,2
45	168,3	28,6
60	150,6	36,0

CUADRO 15 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.

Lote N°	Plántula N°	Crecimiento (mm)	Lote N°	Plántula N°	Crecimiento (mm)
1	1	151	3	1	189
	2	209		2	231
	3	205		3	183
	4	178		4	27
	5	37		5	146
	6	207		6	217
2	1	19		7	198
	2	112		8	136
	3	202	4	1	39
	4	213		2	205
	5	177		3	137
	6	195		4	201
	7	57		5	154
				6	42

CUADRO 16 A Día de inicio del crecimiento (mm) de la radícula y la 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.

	Período de tratamiento pregerminativo (días)			
	30 días	45 días	60 días	Testigo
Radícula	28	28	18	112
Plúmula	42	36	26	118

CUADRO 17 A Día de inicio del crecimiento (mm) de la radícula y la 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.

	Período de tratamiento pregerminativo (días)			
	30 días	45 días	60 días	Testigo
Radícula	18	17	16	64
Plúmula	34	27	24	74

ANEXO 7 Prueba de hipótesis para parámetros básicos de conos y semillas.

CUADRO 18 A Valores de prueba de hipótesis para el parámetro largo de conos.

	Parque Nacional Nahuelbuta	
	Árboles borde del bosque	Árboles interior del bosque
Sample size	35	51
Sample mean	18,5	16,2

Hipótesis: Ho: $mU1 = mU2$

H1: $mU1 > mU2$

Test statistic: 9,3218

Critical value: 1,6449

Significance level: 0,05

Probabilidad: 0,0000

Reject Ho

CUADRO 19 A Valores de prueba de hipótesis para el parámetro diámetro de conos.

	Parque Nacional Nahuelbuta	
	Árboles borde del bosque	Árboles interior del bosque
Sample size	35	51
Sample mean	17,3	15,4

Hipótesis: Ho: $mU1 = mU2$

H1: $mU1 > mU2$

Test statistic: 9,7439

Critical value: 1,6449

Significance level: 0,05

Probabilidad: 0,0000

Reject Ho

CUADRO 20 A Valores de prueba de hipótesis para el parámetro peso de conos.

	Parque Nacional Nahuelbuta	
	Árboles borde del bosque	Árboles interior del bosque
Sample size	35	51
Sample mean	1,878	1,268

Hipótesis: Ho: $mU1 = mU2$

H1: $mU1 > mU2$

Test statistic: 10.3372

Critical value: 1.6449

Significance level: 0,05

Probabilidad: 0,0000

Reject Ho

CUADRO 21 A Valores de prueba de hipótesis para el parámetro número de semillas por cono.

	Parque Nacional Nahuelbuta	
	Árboles borde del bosque	Árboles interior del bosque
Sample size	20	42
Sample mean	187,6	115,3

Hipótesis: Ho: $mU1 = mU2$

H1: $mU1 > mU2$

Test statistic: 18.0219
 Critical value: 1.6449
 Significance level: 0,05
 Probabilidad: 0,0000
 Reject Ho

CUADRO 22 A Valores de prueba de hipótesis para el parámetro largo de semillas.

	Parque Nacional Nahuelbuta	
	Árboles borde del bosque	Árboles interior del bosque
Sample size	60	40
Sample mean	45,4	38,9

Hipótesis: Ho: $mU1 = mU2$
 H1: $mU1 > mU2$

Test statistic: 12.0867
 Critical value: 1.6449
 Significance level: 0,05
 Probabilidad: 0,0000
 Reject Ho

CUADRO 23 A Valores de prueba de hipótesis para el parámetro diámetro de semillas.

	Parque Nacional Nahuelbuta	
	Árboles borde del bosque	Árboles interior del bosque
Sample size	60	40
Sample mean	12,8	12,3

Hipótesis: Ho: $mU1 = mU2$

H1: $mU1 > mU2$

Test statistic: 1.8890

Critical value: 1.6449

Significance level: 0,05

Probabilidad: 0.0295

Reject Ho

CUADRO 24 A Valores de prueba de hipótesis para el parámetro peso de semillas.

	Parque Nacional Nahuelbuta	
	Árboles borde del bosque	Árboles interior del bosque
Sample size	60	40
Sample mean	3,9	3,1

Hipótesis: Ho: $mU1 = mU2$

H1: $mU1 > mU2$

Test statistic: 7.4829

Critical value: 1.6449

Significance level: 0,05

Probabilidad: 3.73590048E-014

Reject Ho

CUADRO 25 A Valores de prueba de hipótesis para el parámetro largo de conos.

	Parque Nacional Nahuelbuta	Villa Las Araucarias
Sample size	86	19
Sample mean	17,1	15,5

Hipótesis: Ho: $mU1 = mU2$

H1: $mU1 < mU2$

Test statistic: -3.5527

Critical value: 1.6449

Significance level: 0,05

Probabilidad: 0.0002

Reject Ho

CUADRO 26 A Valores de prueba de hipótesis para el parámetro diámetro de conos.

	Parque Nacional Nahuelbuta	Villa Las Araucarias
Sample size	86	19
Sample mean	16,2	14,4

Hipótesis: Ho: $mU1 = mU2$

H1: $mU1 < mU2$

Test statistic: -6.3615

Critical value: 1.6449

Significance level: 0,05

Probabilidad: 1.01316622E-010

Reject Ho

CUADRO 27 A Valores de prueba de hipótesis para el parámetro peso de conos.

	Parque Nacional Nahuelbuta	Villa Las Araucarias
Sample size	86	19
Sample mean	1.517	1.043

Hipótesis: Ho: $mU1 = mU2$

H1: $mU1 < mU2$

Test statistic: -6.8672

Critical value: 1.6449

Significance level: 0,05

Probabilidad: 3.33683081E-012

Reject Ho

CUADRO 28 A Valores de prueba de hipótesis para el parámetro número de semillas por cono.

	Parque Nacional Nahuelbuta	Villa Las Araucarias
Sample size	65	18
Sample mean	134,1	129,3

Hipótesis: Ho: $mU1 = mU2$

H1: $mU1 < mU2$

Test statistic: -0.5108

Critical value: 1.6449

Significance level: 0,05

Probabilidad: 0.3047

Reject Ho

CUADRO 29 A Valores de prueba de hipótesis para el parámetro peso de semillas.

	Parque Nacional Nahuelbuta	Villa Las Araucarias
Sample size	100	100
Sample mean	0,0036	0,0029

Hipótesis: Ho: $mU1 = mU2$

H1: $mU1 < mU2$

Test statistic: -6.5759

Critical value: 1.6449

Significance level: 0,05

Probabilidad: 2.45768406E-011

Reject Ho

ANEXO 8 Test de Normalidad.

CUADRO 30 A Test de normalidad para la capacidad germinativa obtenida de las semillas almacenadas en frasco de vidrio a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

	Parque Nacional Nahuelbuta		Villa Las Araucarias	
	S – W	Probabilidad	S - W	Probabilidad
Frasco 15	0,8840	0,2091	0,7806	0,0187
Frasco 30	0,7491	0,0087	0,8641	0,1345
Frasco 45	0,9351	0,5680	0,7869	0,0218
Frasco 60	0,9339	0,5566	0,9768	0,9417
Frasco 75	0,8662	0,1410	0,9690	0,8878
Frasco 90	0,8848	0,2126	0,9183	0,4211
Frasco 105	0,9370	0,5865	0,9228	0,4576
Frasco 120	0,6250	1,7678	0,4168	0,0000

Si el valor de S – W es superior o igual a 0.05 se asume normalidad de las observaciones.

CUADRO 31 A Test de normalidad para la capacidad germinativa obtenida de las semillas almacenadas en bolsas plásticas a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

	Parque Nacional Nahuelbuta		Villa Las Araucarias	
	S - W	Probabilidad	S - W	Probabilidad
Bolsa 15	0,6942	0,0023	0,9471	0,6846
Bolsa 30	0,7914	0,0243	0,8789	0,1873
Bolsa 45	0,7684	0,0139	0,9579	0,7898
Bolsa 60	0,9210	0,4433	0,9631	0,8380
Bolsa 75	0,8632	0,1318	0,9568	0,7795
Bolsa 90	0,9417	0,6312	0,9561	0,7732
Bolsa 105	0,9750	0,9305	0,9295	0,5164
Bolsa 120	0,9391	0,6060	0,9774	0,9448
Bolsa 135	0,9177	0,4167	0,8979	0,2807
Bolsa 150	0,9177	0,4167	0,8582	0,1176

Si el valor de S – W es superior o igual a 0.05 se asume normalidad de las observaciones.

CUADRO 32 A Test de normalidad para la capacidad germinativa obtenida de las semillas almacenadas en mallas plásticas a temperatura ambiente.

	Parque Nacional Nahuelbuta		Villa Las Araucarias	
	S - W	Probabilidad	S - W	Probabilidad
Malla 15	0,8544	0,1079	0,9613	0,8216
Malla 30	0,9068	0,3363	0,9311	0,5304
Malla 45	0,9351	0,5684	0,8989	0,2867
Malla 60	0,8711	0,1576	0,6668	0,0012

Si el valor de S – W es superior o igual a 0.05 se asume normalidad de las observaciones.

ANEXO 9 Homogeneidad de varianza: Test de Bartlett.

CUADRO 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.

	Tratamiento	Observaciones	Varianza
Parque Nacional Nahuelbuta	Frasco 15	8	149,554
	Frasco 30	8	42,857
	Frasco 45	8	214,286
	Frasco 60	8	370,982
	Frasco 75	8	70,982
	Frasco 90	8	95,982
	Frasco 105	8	128,125
	Frasco 120	8	65,393

Hipótesis: H_0 : todas las varianzas son iguales.

H_1 : al menos una de las varianzas es distinta.

Chi – cuadrado: 12,592

Critical Chi – cuadrado: 0,128

Se acepta H_0

CUADRO 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.

	Tratamiento	Observaciones	Varianza
Villa Las Araucarias	Frasco 15	8	38,839
	Frasco 30	8	271,429
	Frasco 45	8	357,143
	Frasco 60	8	88,839
	Frasco 75	8	85,268
	Frasco 90	8	245,982
	Frasco 105	8	113,839
	Frasco 120	8	98,144

Hipótesis: H_0 : todas las varianzas son iguales.

H_1 : al menos una de las varianzas es distinta.

Chi – cuadrado: 12,592

Critical Chi – cuadrado: 0,079

Se acepta H_0

CUADRO 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.

	Tratamiento	Observaciones	Varianza
Parque Nacional Nahuelbuta	Bolsa 15	8	50,000
	Bolsa 30	8	91,071
	Bolsa 45	8	76,786
	Bolsa 60	8	55,357
	Bolsa 75	8	128,125
	Bolsa 90	8	106,696
	Bolsa 105	8	91,071
	Bolsa 120	8	92,411
	Bolsa 135	8	26,786
	Bolsa 150	8	26,786

Hipótesis: H_0 : todas las varianzas son iguales.

H_1 : al menos una de las varianzas es distinta.

Chi – cuadrado: 19,919

Critical Chi – cuadrado: 0,540

Se acepta H_0

CUADRO 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.

	Tratamiento	Observaciones	Varianza
Villa Las Araucarias	Bolsa 15	8	55,357
	Bolsa 30	8	133,929
	Bolsa 45	8	38,839
	Bolsa 60	8	63,839
	Bolsa 75	8	95,982
	Bolsa 90	8	98,214
	Bolsa 105	8	121,429
	Bolsa 120	8	135,268
	Bolsa 135	8	178,125
	Bolsa 150	8	48,214

Hipótesis: H_0 : todas las varianzas son iguales.

H_1 : al menos una de las varianzas es distinta.

Chi – cuadrado: 16,919

Critical Chi – cuadrado: 0,607

Se acepta H_0

CUADRO 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.

	Tratamiento	Observaciones	Varianza
Parque Nacional Nahuelbuta	Malla 15	8	162,500
	Malla 30	8	128,571
	Malla 45	8	49,554
	Malla 60	8	63,608

Hipótesis: Ho: todas las varianzas son iguales.

H1: al menos una de las varianzas es distinta.

Chi – cuadrado: 5,991

Critical Chi – cuadrado: 0,320

Se acepta Ho

CUADRO 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.

	Tratamiento	Observaciones	Varianza
Villa Las Araucarias	Malla 15	8	119,643
	Malla 30	8	53,125
	Malla 45	8	35,714
	Malla 60	8	88,505

Hipótesis: Ho: todas las varianzas son iguales.

H1: al menos una de las varianzas es distinta.

Chi – cuadrado: 5,991

Critical Chi – cuadrado: 0,276

Se acepta Ho

CUADRO 39 A Valores del test de Bartlett para la variable capacidad germinativa obtenida de las semillas con tratamiento pregerminativo procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta.

	Tratamiento	Observaciones	Varianza
Parque Nacional Nahuelbuta	30	8	107,143
	45	8	69,643
	60	8	178,571

Hipótesis: Ho: todas las varianzas son iguales.

H1: al menos una de las varianzas es distinta.

Chi – cuadrado: 5,991

Critical Chi – cuadrado: 0,483

Se acepta Ho

CUADRO 40 A Valores del test de Bartlett para la variable capacidad germinativa obtenida de las semillas con tratamiento pregerminativo procedentes del Villa Las Araucarias.

	Tratamiento	Observaciones	Varianza
Villa Las Araucarias	30	8	48,214
	45	8	71,429
	60	8	83,929

Hipótesis: Ho: todas las varianzas son iguales.

H1: al menos una de las varianzas es distinta.

Chi – cuadrado: 5,991

Critical Chi – cuadrado: 0,774

Se acepta Ho

CUADRO 41 A Valores del test de Bartlett para la variable energía germinativa obtenida de las semillas con tratamiento pregerminativo procedentes del Parque Nacional Nahuelbuta.

	Tratamiento	Observaciones	Varianza
Parque Nacional Nahuelbuta	30	8	8,026
	45	8	4,677
	60	8	21,867

Hipótesis: Ho: todas las varianzas son iguales.

H1: al menos una de las varianzas es distinta.

Chi – cuadrado: 5,991

Critical Chi – cuadrado: 0,129

Se acepta Ho

CUADRO 42 A Valores del test de Bartlett para la variable energía germinativa obtenida de las semillas con tratamiento pregerminativo procedentes de Villa Las Araucarias.

	Tratamiento	Observaciones	Varianza
Villa Las Araucarias	30	8	44,196
	45	8	32,074
	60	8	24,894

Hipótesis: Ho: todas las varianzas son iguales.

H1: al menos una de las varianzas es distinta.

Chi – cuadrado: 5,991

Critical Chi – cuadrado: 0,761

Se acepta Ho

CUADRO 43 A Valores del test de Bartlett para la variable largo de radícula del Parque Nacional Nahuelbuta.

	Tratamiento	Observaciones	Varianza
Parque Nacional Nahuelbuta	30	4	939,383
	45	4	341,483
	60	4	75,583

Hipótesis: Ho: todas las varianzas son iguales.

H1: al menos una de las varianzas es distinta.

Chi – cuadrado: 5,991

Critical Chi – cuadrado: 0,174

Se acepta Ho

CUADRO 44 A Valores del test de Bartlett para la variable largo de radícula de Villa Las Araucarias.

	Tratamiento	Observaciones	Varianza
Villa Las Araucarias	30	4	39,803
	45	4	111,663
	60	4	329,850

Hipótesis: Ho: todas las varianzas son iguales.

H1: al menos una de las varianzas es distinta.

Chi – cuadrado: 5,991

Critical Chi – cuadrado: 0,254

Se acepta Ho

CUADRO 45 A Valores del test de Bartlett para la variable largo de plúmula del Parque Nacional Nahuelbuta.

	Tratamiento	Observaciones	Varianza
Parque Nacional Nahuelbuta	30	4	83,497
	45	4	10,103
	60	4	39,743

Hipótesis: Ho: todas las varianzas son iguales.

H1: al menos una de las varianzas es distinta.

Chi – cuadrado: 5,991

Critical Chi – cuadrado: 0,284

Se acepta Ho

CUADRO 46 A Valores del test de Bartlett para la variable largo de plúmula de Villa Las Araucarias.

	Tratamiento	Observaciones	Varianza
Villa Las Araucarias	30	4	32,017
	45	4	5,030
	60	4	5,897

Hipótesis: Ho: todas las varianzas son iguales.

H1: al menos una de las varianzas es distinta.

Chi – cuadrado: 5,991

Critical Chi – cuadrado: 0,229

Se acepta Ho

ANEXO 10 Análisis de varianza para la variable capacidad germinativa en respuesta al almacenamiento.

CUADRO 47 A Análisis de varianza del modelo para la variable capacidad germinativa.

General linear models procedure					
Dependent variable: Capacidad germinativa					
Source	DF	Sum of squares	Mean square	F value	Pr > F
Model	59	538938.75000	9134.55508	119.73	0.0001
Error	420	32043.75000	76.29464		
Corrected Total	479	570982.50000			

CUADRO 48 A Análisis de varianza para las interacciones de tratamiento y bloques.

Source	DF	Type I ss	Mean square	F value	Pr > F
T	2	264892.81250	132446.40625	1735.99	0.0001
P	9	195138.75000	21682.08333	284.19	0.0001
B	1	800.83333	800.83333	10.50	0.0013
T*P	18	73675.93750	4093.10764	53.65	0.0001
T*B	2	1298.85417	649.42708	8.51	0.0002
P*B	9	1115.83333	123.98148	1.63	0.1058
T*P*B	18	2015.72917	111.98495	1.47	0.0974

Si la probabilidad es mayor o igual a 0.05, se acepta que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre medias de tratamientos y bloques.

CUADRO 49 A Probabilidades asociadas a los tipos de almacenamiento.

T	Cap germ.	I / j	1	2	3
Frasco	37.7812500	1	—	0.0001	0.0001
Bolsa	72.1250000	2	0.0001	—	0.0001
Malla	14.9687500	3	0.0001	0.0001	—

$Pr > |T|$ Ho: LS Mean (i) = LS MEAN (J)

Si la probabilidad es mayor o igual a 0.05, se acepta que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre medias de los tipos de almacenamiento.

CUADRO 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.

T	P	B	Cap germ LS Mean	Ls Mean Number (i / j)
Frasco	15	P.N.H	83.1250000	1
Frasco	150	P.N.H	-0.0000000	3
Frasco	30	P.N.H	85.0000000	5
Frasco	45	P.N.H	62.5000000	7
Frasco	60	P.N.H	46.8750000	9
Frasco	75	P.N.H	21.8750000	11
Frasco	90	P.N.H	30.6250000	13
Frasco	105	P.N.H	23.1250000	15
Frasco	120	P.N.H	1.2500000	17
Frasco	135	P.N.H	-0.0000000	19

Pr > |T| Ho: LSMean (i) LSMean (j)

i / j	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
1	_____	0.0001	0.6679	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3	0.0001	_____	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.7749	1.0000
5	0.6679	0.0001	_____	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
7	0.0001	0.0001	0.0001	_____	0.0004	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
9	0.0001	0.0001	0.0004	0.0004	_____	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001
11	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	_____	0.0458	0.7749	0.0001	0.0001
13	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0458	_____	0.0867	0.0001	0.0001
15	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.7749	0.0867	_____	0.0001	0.0001
17	0.0001	0.7749	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	_____	0.7749
19	0.0001	1.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.7749	_____

Si la probabilidad es mayor o igual a 0.05, se acepta que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre medias de los tratamientos de almacenamiento en frasco de vidrio a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ entre cada período.

CUADRO 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.

T	P	B	Cap germ LS Mean	Ls Mean Number (i / j)
Bolsa	15	P.N.H	90.0000000	21
Bolsa	150	P.N.H	58.7500000	23
Bolsa	30	P.N.H	68.7500000	25
Bolsa	45	P.N.H	76.2500000	27
Bolsa	60	P.N.H	68.7500000	29
Bolsa	75	P.N.H	66.8750000	31
Bolsa	90	P.N.H	68.1250000	33
Bolsa	105	P.N.H	66.2500000	35
Bolsa	120	P.N.H	68.1250000	37
Bolsa	135	P.N.H	63.7500000	39

Pr > |T| Ho: LSMean (i) LSMean (j)

i / j	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
21	_____	0.0001	0.0001	0.0018	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
23	0.0001	_____	0.0225	0.0001	0.0225	0.0635	0.0324	0.0867	0.0324	0.2529
25	0.0001	0.0225	_____	0.0867	1.0000	0.6679	0.8863	0.5673	0.8863	0.2529
27	0.0018	0.0001	0.0867	_____	0.0867	0.0324	0.0635	0.0225	0.0635	0.0044
29	0.0001	0.0225	1.0000	0.0867	_____	0.6679	0.8863	0.5673	0.8863	0.2529
31	0.0001	0.0635	0.6679	0.0324	0.6679	_____	0.7749	0.8863	0.7749	0.4747
33	0.0001	0.0324	0.8863	0.0635	0.8863	0.7749	_____	0.6679	1.0000	0.3170
35	0.0001	0.0867	0.5673	0.0225	0.5673	0.8863	0.6679	_____	0.6679	0.5673
37	0.0001	0.0324	0.8863	0.0635	0.8863	0.7749	1.0000	0.6679	_____	0.3170
39	0.0001	0.2529	0.2529	0.0044	0.2529	0.4747	0.3170	0.5673	0.3170	_____

Si la probabilidad es mayor o igual a 0.05, se acepta que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre medias de los tratamientos de almacenamiento en bolsas plásticas a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ entre cada período.

CUADRO 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.

T	P	B	Cap germ LS Mean	Ls Mean Number (i / j)
Malla	15	P.N.H	71.2500000	41
Malla	150	P.N.H	0.0000000	43
Malla	30	P.N.H	60.0000000	45
Malla	45	P.N.H	23.1250000	47
Malla	60	P.N.H	5.6250000	49
Malla	75	P.N.H	0.0000000	51
Malla	90	P.N.H	0.0000000	53
Malla	105	P.N.H	0.0000000	55
Malla	120	P.N.H	0.0000000	57
Malla	135	P.N.H	-0.0000000	59

$Pr > |T|$ Ho: LSMean (i) LSMean (j)

i / j	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59
41	_____	0.0001	0.0103	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
43	0.0001	_____	0.0001	0.0001	0.1985	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
45	0.0103	0.0001	_____	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
47	0.0001	0.0001	0.0001	_____	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
49	0.0001	0.1985	0.0001	0.0001	_____	0.1985	0.1985	0.1985	0.1985	0.1985
51	0.0001	1.0000	0.0001	0.0001	0.1985	_____	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
53	0.0001	1.0000	0.0001	0.0001	0.1985	1.0000	_____	1.0000	1.0000	1.0000
55	0.0001	1.0000	0.0001	0.0001	0.1985	1.0000	1.0000	_____	1.0000	1.0000
57	0.0001	1.0000	0.0001	0.0001	0.1985	1.0000	1.0000	1.0000	_____	1.0000
59	0.0001	1.0000	0.0001	0.0001	0.1985	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	_____

Si la probabilidad es mayor o igual a 0.05, se acepta que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre medias de los tratamientos de almacenamiento en mallas plásticas a temperatura ambiente entre cada período.

CUADRO 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.

T	P	B	Cap germ LS Mean	Ls Mean Number (i / j)
Frasco	15	V.L.A.	90.6250000	2
Frasco	150	V.L.A.	-0.0000000	4
Frasco	30	V.L.A.	85.0000000	6
Frasco	45	V.L.A.	72.5000000	8
Frasco	60	V.L.A.	54.3750000	10
Frasco	75	V.L.A.	36.8750000	12
Frasco	90	V.L.A.	29.3750000	14
Frasco	105	V.L.A.	31.8750000	16
Frasco	120	V.L.A.	0.6250000	18
Frasco	135	V.L.A.	0.0000000	20

Pr > |T| Ho: LSMean (i) LSMean (j)

i / j	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
2	_____	0.0001	0.1985	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
4	0.0001	_____	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.8863	1.0000
6	0.1985	0.0001	_____	0.0044	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
8	0.0001	0.0001	0.0044	_____	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
10	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	_____	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
12	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	_____	0.0867	0.2529	0.0001	0.0001
14	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0867	_____	0.5673	0.0001	0.0001
16	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.2529	0.5673	_____	0.8863	0.0001
18	0.0001	0.8863	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.8863	_____	0.8863
20	0.0001	1.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.8863	_____

Si la probabilidad es mayor o igual a 0.05, se acepta que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre medias de los tratamientos de almacenamiento en frasco de vidrio a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ entre cada período.

CUADRO 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.

T	P	B	Cap germ LS Mean	Ls Mean Number (i / j)
Bolsa	15	V.L.A.	88.7500000	22
Bolsa	150	V.L.A.	66.2500000	24
Bolsa	30	V.L.A.	76.2500000	26
Bolsa	45	V.L.A.	75.6250000	28
Bolsa	60	V.L.A.	86.8750000	30
Bolsa	75	V.L.A.	75.6250000	32
Bolsa	90	V.L.A.	71.2500000	34
Bolsa	105	V.L.A.	70.0000000	36
Bolsa	120	V.L.A.	63.1250000	38
Bolsa	135	V.L.A.	73.1250000	40

Pr > |T| Ho: LSMean (i) LSMean (j)

i / j	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
22	_____	0.0001	0.0044	0.0028	0.6679	0.0028	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004
24	0.0001	_____	0.0225	0.0324	0.0001	0.0324	0.2529	0.3910	0.4747	0.1162
26	0.0044	0.225	_____	0.8863	0.0154	0.8863	0.2529	0.1532	0.0028	0.4747
28	0.0028	0.0324	0.8863	_____	0.0103	1.0000	0.3170	0.1985	0.0044	0.5673
30	0.6679	0.0001	0.0154	0.0103	_____	0.0103	0.0004	0.0001	0.0001	0.0018
32	0.0028	0.0324	0.8863	1.0000	0.0103	_____	0.3170	0.1985	0.0044	0.5673
34	0.0001	0.2529	0.2529	0.3170	0.0004	0.3170	_____	0.7749	0.0635	0.6679
36	0.0001	0.3910	0.1532	0.1985	0.0001	0.1985	0.7749	_____	0.1162	0.4747
38	0.0001	0.4747	0.0028	0.0044	0.0001	0.0044	0.0635	0.1162	_____	0.0225
40	0.004	0.1162	0.4747	0.5673	0.0018	0.5673	0.6679	0.4747	0.0225	_____

Si la probabilidad es mayor o igual a 0.05, se acepta que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre medias de los tratamientos de almacenamiento en bolsas plásticas a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ entre cada período.

CUADRO 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.

T	P	B	Cap germ LS Mean	Ls Mean Number (i / j)
Malla	15	V.L.A.	68.7500000	42
Malla	150	V.L.A.	0.0000000	44
Malla	30	V.L.A.	50.6250000	46
Malla	45	V.L.A.	17.5000000	48
Malla	60	V.L.A.	2.5000000	50
Malla	75	V.L.A.	0.0000000	52
Malla	90	V.L.A.	0.0000000	54
Malla	105	V.L.A.	0.0000000	56
Malla	120	V.L.A.	0.0000000	58
Malla	135	V.L.A.	-0.0000000	60

Pr > |T| Ho: LSMean (i) LSMean (j)

i / j	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
42	_____	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
44	0.0001	_____	0.0001	0.0001	0.5673	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
46	0.0001	0.0001	_____	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
48	0.0001	0.0001	0.0001	_____	0.0007	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
50	0.0001	0.5673	0.0001	0.0007	_____	0.5673	0.5673	0.5673	0.5673	0.5673
52	0.0001	1.0000	0.0001	0.0001	0.5673	_____	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
54	0.0001	1.0000	0.0001	0.0001	0.5673	1.0000	_____	1.0000	1.0000	1.0000
56	0.0001	1.0000	0.0001	0.0001	0.5673	1.0000	1.0000	_____	1.0000	1.0000
58	0.0001	1.0000	0.0001	0.0001	0.5673	1.0000	1.0000	1.0000	_____	1.0000
60	0.0001	1.0000	0.0001	0.0001	0.5673	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	_____

Si la probabilidad es mayor o igual a 0.05, se acepta que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre medias de los tratamientos de almacenamiento en mallas plásticas a temperatura ambiente entre cada período.

ANEXO 11 Análisis de varianza para la variable capacidad y energía germinativa en respuesta al tratamiento pregerminativo.

CUADRO 56 A Análisis de varianza del modelo para la variable capacidad germinativa.

General linear models procedure					
Dependent variable: Capacidad germinativa					
Source	DF	Sum of squares	Mean square	F value	Pr > F
Model	4	29118.750000	7279.687500	31.41	0.0001
Error	59	13675.000000	231.779661		
Corrected Total	63	42793.750000			

CUADRO 57 A Análisis de varianza para las interacciones de tratamiento y bloques.

Source	DF	Type I ss	Mean square	F value	Pr > F
T	3	26618.750000	8872.916667	38.28	0.0001
B	1	2500.000000	2500.000000	10.79	0.0011

CUADRO 58 A Test de L.S.D Least Squares Diferent para la variable capacidad germinativa.

T Grouping	Mean	N	T
A	80.625	16	T3
B A	70.625	16	T2
B	65.625	16	T1
C	26.875	16	To

Alpha = 0.05

Df = 59

MSE = 231.7797

Least Significant difference = 10.771

Medias con la misma letra indican que no hay diferencias significativas.

CUADRO 59 A Análisis de varianza del modelo para la variable energía germinativa.

General linear models procedure					
Dependent variable: Capacidad germinativa					
Source	DF	Sum of squares	Mean square	F value	Pr > F
Model	4	2218.7568750	554.6892188	33.49	0.0001
Error	59	977.0931250	16.5609004		
Corrected Total	63	3195.8500000			

CUADRO 60 A Análisis de varianza para las interacciones de tratamiento y bloques.

Source	DF	Type I ss	Mean square	F value	Pr > F
T	3	1988.4762500	662.8254167	40.02	0.0001
B	1	230.2806250	230.2806250	13.91	0.0011

CUADRO 61 A Test de L.S.D Least Squares Diferent para la variable energía germinativa.

T Grouping	Mean	N	T
A	16.731	16	T3
B	12.263	16	T2
B	10.738	16	T1
C	1.419	16	To

Alpha = 0.05

Df = 59

MSE = 16.5609

Least Significant difference = 2.879

Medias con la misma letra indican que no hay diferencias significativas.

ANEXO 12 Análisis de varianza para la variable largo de la radícula y la plúmula en respuesta al tratamiento pregerminativo.

CUADRO 62 A Análisis de varianza del modelo para la variable largo radícula.

General linear models procedure					
Dependent variable: Capacidad germinativa					
Source	DF	Sum of squares	Mean square	F value	Pr > F
Model	4	136081.76625	34020.44156	156.54	0.0001
Error	27	5867.83250	217.32713		
Corrected Total	31	141949.59875			

CUADRO 63 A Análisis de varianza para las interacciones de tratamiento y bloques.

Source	DF	Type I ss	Mean square	F value	Pr > F
T	3	135510.54625	45170.18208	207.84	0.0001
B	1	571.22000	571.22000	2.63	0.1166

CUADRO 64 A Test de L.S.D Least Squares Diferent para la variable largo de radícula.

T Grouping	Mean	N	T
A	162.438	8	T2
B	144.175	8	T1
B	140.563	8	T3
C	0.000	8	To

Alpha = 0.05

Df = 59

MSE = 16.5609

Least Significant difference = 2.879

Medias con la misma letra indican que no hay diferencias significativas.

CUADRO 65 A Análisis de varianza del modelo para la variable largo plúmula.

General linear models procedure					
Dependent variable: Capacidad germinativa					
Source	DF	Sum of squares	Mean square	F value	Pr > F
Model	4	5849.7925000	1462.4481250	63.70	0.0001
Error	27	619.8362500	22.9568981		
Corrected Total	31	6469.6287500			

CUADRO 66 A Análisis de varianza para las interacciones de tratamiento y bloques.

Source	DF	Type I ss	Mean square	F value	Pr > F
T	3	5835.4812500	1945.1604167	84.73	0.0001
B	1	14.3112500	14.3112500	0.62	0.4367

CUADRO 67 A Test de L.S.D Least Squares Diferent para la variable largo de plúmula.

T Grouping	Mean	N	T
A	34.363	8	T3
B A	30.713	8	T2
B	26.450	8	T1
C	0.000	8	To

Alpha = 0.05

Df = 27

MSE = 22.9569

Least Significant difference = 4.9155

Medias con la misma letra indican que no hay diferencias significativas.

