

U N I V E R S I D A D D E C O N C E P C I O N

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

DEPARTAMENTO SILVICULTURA



GERMINACION DE SEMILLAS DE *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser
y *Persea lingue* Ness BAJO DISTINTAS CONDICIONES DE
TEMPERATURA.

Por

PATRICIO GABRIEL FIGUEROA CHARAFF

MEMORIA PARA OPTAR
AL TITULO DE
INGENIERO FORESTAL

CONCEPCION - CHILE

1999

U N I V E R S I D A D D E C O N C E P C I O N

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

DEPARTAMENTO SILVICULTURA

GERMINACION DE SEMILLAS DE *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser
y *Persea lingue* Ness BAJO DISTINTAS CONDICIONES DE
TEMPERATURA.

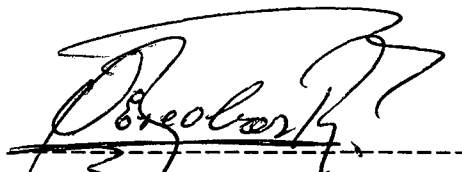
MEMORIA PARA OPTAR
AL TITULO DE
INGENIERO FORESTAL

CONCEPCION - CHILE

1999

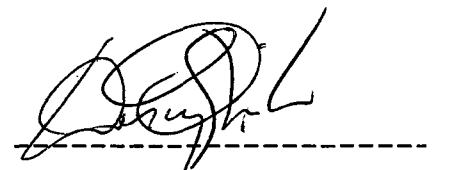
GERMINACION DE SEMILLAS DE CRYPTOCARYA ALBA (MOL.) LOOSER Y
PERSEA LINGUE NESS BAJO DISTINTAS CONDICIONES DE
TEMPERATURA

Profesor asesor



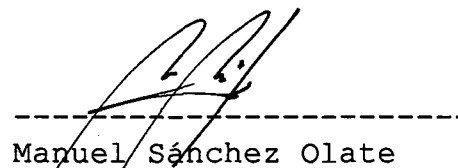
René Escobar Rodríguez
Profesor Asociado
Técnico Forestal.

Profesor asesor



Darcy Ríos Leal
Profesor Asociado
Profesora de Biología y
Química, M.Sc.Dr.

Director Departamento
Silvicultura



Manuel Sánchez Olate
Profesor Asistente
Ingeniero Forestal, Dr.

Decano Facultad de
Ciencias Forestales



Fernando Drake Aranda
Profesor Asociado
Ingeniero Forestal.

Calificación de la memoria de título:

Sr. René Escobar Rodríguez. : Ochenta y cinco puntos.

Sra. Darcy Ríos Leal. : Ochenta y cinco puntos.

INDICE DE MATERIAS

CAPITULOS	PAGINA
I INTRODUCCION.....	1
II MATERIALES Y METODOS.....	11
2.1 Procedencia de la semilla.....	11
2.2 Análisis inicial de frutos y semillas.....	11
2.2.1 Peso de 1000 semillas y número de semillas limpias por kilogramo.....	12
2.2.2 Viabilidad.....	12
2.3 Efectos del pre-tratamiento en la germinación.....	13
2.3.1 Estratificación.....	13
2.3.2 Inmersión.....	13
2.4 Proceso germinativo.....	14
2.4.1 Ensayo de germinación.....	14
2.5 Efecto de la temperatura en la germinación..	15
2.5.1 Comportamiento de la germinación a diferentes temperaturas.....	15
III RESULTADOS Y DISCUSION.....	16
3.1 Caracterización de la semilla.....	16
3.1.1 Peso de 1000 semillas y número de semillas limpias por kilogramo.....	16

3.2	Comportamiento de la germinación a diferentes temperaturas	17
3.2.1	Peumo..... ..	17
3.2.2	Lingue..... ..	20
IV	CONCLUSIONES..... ..	24
V	RESUMEN..... ..	25
VI	SUMMARY..... ..	26
VII	BIBLIOGRAFIA..... ..	27
VIII	APENDICE..... ..	32
IX	ANEXO..... ..	42

INDICE DE TABLAS

TABLA N°	PAGINA
----------	--------

En el Texto

1	Peso promedio de 1000 semillas limpias, número de semillas limpias por kilogramo y viabilidad para peumo y lingue.....	16
----------	--	----

En el Apéndice

1 A	Resumen de análisis de varianza para capacidad germinativa en semillas de peumo para cinco temperaturas distintas.....	35
2 A	Resumen de análisis de comparaciones múltiples para capacidad germinativa en semillas de peumo para cinco, temperaturas diferentes.....	35
3 A	Resumen de análisis de varianza para capacidad germinativa en semillas de linge para cinco temperaturas distintas.....	38

4 A	Resumen de análisis de comparaciones múltiples para capacidad germinativa en semillas de lingue para cinco, temperaturas diferentes.....	38
5 A	Valores de energía germinativa y capacidad germinativa para cinco temperaturas diferentes.....	41

En el Anexo

1 B	Temperatura media mensual registrada en los tres primeros centímetros del suelo, durante un periodo de nueve años.....	45
------------	--	----

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	PAGINA
<u>En el Texto</u>	
1	Capacidad y energía germinativa de semillas de peumo bajo cinco temperaturas distintas aplicadas en forma constante..... 18
2	Comportamiento de la germinación de semillas de peumo bajo cinco temperaturas aplicadas en forma constante..... 19
3	Capacidad y energía germinativa de semillas de lingue bajo cinco temperaturas distintas aplicadas en forma constante..... 20
4	Comportamiento de la germinación de semillas de lingue bajo cinco temperaturas aplicadas en forma constante..... 21

I INTRODUCCION

El bosque nativo chileno se caracteriza por presentar una sobreutilización de sus recursos, por lo que ha visto disminuir la calidad y cantidad de los ejemplares que lo componen. Esto se debe a que los sistemas de explotación utilizados se han limitado solo a extraer los mejores individuos y especies, dejando un remanente de mala calidad y sin claras posibilidades de aprovechamiento.

Entre las especies nativas más perjudicadas, el peumo y el lingue son solo algunas de las más importantes, tanto por la amplia distribución en el país, como por su utilización en la industria de la madera. Actualmente tienen un uso muy distinto, y las posibilidades de reestablecerlos en su hábitat natural son muy remotas. A esto se agrega un desconocimiento de la silvicultura de las especies, lo cual impide un adecuado aprovechamiento del recurso, incidiendo en la forestación y/o reforestación.

Ambas especies son endémicas de Chile, peumo crece desde el sur de la Provincia de Limarí (IV Región) hasta la Provincia de Cautín (IX Región) especialmente en ambas cordilleras de las provincias centrales, hasta los 1500 m.s.n.m. (Rodríguez et al. 1983).

Para lingue, Rodríguez et al. (1983), le asignan una distribución desde la Provincia de Quillota (V Región) hasta la de Chiloe (X Región) constituyendo así el límite austral de las lauráceas americanas.

En Chile tanto peumo como lingue son consideradas especies de alto valor ornamental, sin embargo son poco conocidos los procesos de producción de plantas en vivero, por la falta de antecedentes escritos, lo mismo ocurre con los factores ambientales que influyen en este proceso.

La obtención de plantas de buena calidad para la repoblación dependerá en gran parte del manejo en vivero, en el cual es importante considerar aspectos como recolección y procesamiento de semillas, almacenamiento de éstas, época de siembra, control de hongos e insectos, fertilización, riego etc. (Lavanderos y Douglas, 1985; Wiberg, 1991).

Muchas semillas forestales no germinan o la germinación se produce tardíamente, aún cuando las condiciones ambientales son aparentemente favorables, se dice entonces que las semillas están latentes (Peters, 1965; Devlin, 1980; Lavanderos y Douglas, 1985; Torrealba, 1987; Besnier, 1989; Hartman y Kester, 1992).

La latencia es una fase en la vida de la semilla después de la maduración en la cual, su desarrollo se encuentra detenido por factores estructurales o fisiológicos dependientes de la propia semilla (Besnier, 1989; Hartman y Kester, 1992).

Según Devlin (1980), latencia es un mecanismo de defensa que poseen las semillas, para no germinar bajo condiciones ambientales inadecuadas. Es la capacidad que presentan las

semillas para retener su viabilidad durante períodos prolongados de tiempo, lo que le permite vivir bajo condiciones adversas (Meza, 1965).

Krugman et al. (1974), citado por Hoces (1988), señala que la semilla sin latencia o dormancia, pasa por tres etapas durante el proceso de germinación: imbibición de agua, activación de los procesos metabólicos y crecimiento del embrión.

El estado de latencia en una semilla se rompe en forma natural con frío, humedad, temperatura, bacterias, hongos del suelo, y se interrumpe artificialmente mediante métodos como estratificación, escarificación y otros que varían según la especie (Daniel et al. , 1982).

La estratificación natural tiene lugar cuando las semillas desprendidas durante el otoño quedan cubiertas por el suelo frío, restos de vegetales y de la nieve. El hombre ha aprendido a copiar y mejorar a la naturaleza en este aspecto, inventando un método de estratificación artificial (Devlin, 1980; Cabello, 1987). El procedimiento que se utiliza más a menudo consiste en colocar las semillas a bajas temperaturas de 0° a 4°C, en condiciones de humedad, por un período de uno a seis meses, lo que provoca cambios fisiológicos internos, graduales y progresivos. El efecto se demuestra tanto en el número de semillas germinadas como en el tiempo que se demora una semilla en germinar (Lavanderos y Douglas, 1985).

La estratificación proporciona a la semilla adecuada cantidad de agua (bien drenada), oxígeno y temperaturas cercanas al punto de congelación. Durante este período es importante evitar las infecciones por hongos (Daniel et al. 1982).

En general la estratificación es un método muy positivo en la aceleración y aumento de la germinación de aquellas semillas que presentan latencia embrionaria (Peters, 1965).

En las semillas existe giberelina endógena cuyos niveles suben, a veces, de un modo claro con la estratificación a bajas temperaturas, como sucede con el avellano (Besnier, 1989). Las giberelinas son sustancias hormonales que más directamente actúan sobre el control y estímulo de la germinación de semillas (Besnier, 1989; Hartman y Kester, 1992).

Rocuant (1984), establece que para las semillas de Nothofagus obliqua (roble) resulta positiva la inmersión en solución de giberelina, en dosis de 25 ppm durante 15 a 30 horas.

La aplicación de giberelinas puede funcionar para superar muchos tipos de letargo, incluyendo el fisiológico, fotoletargo y al termoletargo (Hartman y Kester, 1992).

En lingue no existen antecedentes sobre tratamientos pregerminativos; Donoso y Cabello (1978), citados por Saenz De Urtury (1986), determinaron que semillas de lingue sin

tratamientos previos, sembradas en Septiembre presentaron un 66% de capacidad germinativa, en un período de 450 días.

Rocuant (1984), establece que los tratamientos con reguladores resultan ventajosos si se considera la economía en tiempo y su fácil aplicación en relación con algunos tratamientos tradicionales.

La germinación corresponde a la reanudación del crecimiento activo del embrión, que resulta de la ruptura de las cubiertas de la semilla y en la emergencia de una nueva plántula capaz de tener existencia independiente (Hartman y Kester, 1992).

Donoso (1981), señala que los factores climáticos o ambientales como disponibilidad de agua, temperatura apropiada y adecuado intercambio de gases, son esenciales para la germinación.

Tanto Cryptocarya alba como Persea lingue tienen germinación hipógea, la elongación del hipocótilo no eleva a los cotiledones sobre la superficie del suelo y solo emerge el epicótilo (Hartman y Kester, 1992).

Para el desarrollo del proceso germinativo debe existir una temperatura favorable, ya que es un factor importante en la adaptación de una especie, en particular, a un medio específico (Hartman y Kester, 1992).

La temperatura es la que determina el ritmo de las actividades funcionales, en cada una de las semillas durante su germinación (Huber, 1968). Tiene influencia en el crecimiento de una planta al afectar procesos fisiológicos como, crecimiento radicular y caulinar, fotosíntesis, respiración, producción de flores, frutos y germinación de semillas (Donoso, 1981).

La germinación, así como también, el crecimiento de la raíz de las plántulas es retardado o impedido frecuentemente bajo el dosel forestal, cuando las temperaturas del suelo no alcanzan los niveles requeridos por las semillas (Donoso, 1981).

Escobar (1990), señala que la cantidad de agua y oxígeno necesarios en el sustrato son muy similares para una amplia gama de especies, pero éstas son mucho más específicas respecto a los requerimientos de temperatura, para iniciar y terminar eficientemente, el proceso de germinación.

La germinación se desarrolla en la parte superior del suelo, la cual está expuesta a fluctuaciones de temperatura. El aumento de la temperatura produce un incremento de la respiración, pudiendo llegar a temperaturas destructoras de la actividad enzimática (Devlin, 1980).

Las especies arbóreas tienen diferentes rangos de temperaturas bajo los cuales sus semillas pueden germinar, siempre que no estén en estado de latencia (Donoso, 1981).

En los trabajos de germinación de semillas se consideran como temperaturas óptimas aquellas que son capaces de generar el mayor número de emergencia embrional, en el menor tiempo posible. Además se considera, como temperatura máxima y mínima aquellas que se encuentran sobre o debajo del rango óptimo de germinación (Meza, 1965). Según Koller (1972), citado por Wiberg (1991), la temperatura óptima es aquella en la cual se produce la mayor cantidad de semillas germinadas y es variable según el período de tiempo utilizado y especie a tratar. Temperaturas muy altas o muy bajas impiden la germinación de la mayoría de las semillas de las especies arbóreas (Lema, 1987).

El régimen de temperatura que prevalece durante la germinación, bajo condiciones de vivero o de campo, se caracteriza por grandes fluctuaciones en el perfil del suelo que contiene las semillas, desde bajo 0°C durante la noche, hasta 35°-40°C en el día (Lavanderos y Douglas, 1985).

Baker (1950), citado por Donoso (1981), señala que la germinación en semillas forestales es muy lenta, el óptimo fluctúa entre 15°C y 30°C; entre 37°C y 38°C la germinación es más rápida, pero gran cantidad de semillas muere debido a la destrucción de enzimas y tejidos.

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

Es de vital importancia conocer bien el comportamiento de la temperatura del suelo de un vivero, para evitar siembras en épocas en que estas pasen sobre los valores óptimos de la especie (Lema, 1987).

Para determinar la época de siembra, el factor de mayor importancia es la temperatura del sustrato donde deben germinar las semillas. La humedad ocupa una importancia secundaria, debido a que se puede regular con riego adecuado (Huber, 1968).

Para Lavanderos y Douglas (1985), la siembra debe efectuarse en la época más adecuada para cada especie y está determinada por el clima, características de la semilla, rapidez de germinación y de las nuevas plantas generadas.

El tiempo de permanencia de las plantas en el vivero y por lo tanto el tamaño que puedan alcanzar, está relacionado con la época de siembra. Es importante conocer si con una época de siembra más tardía y por lo tanto un período de permanencia más reducido, se pueden conseguir plantas de tamaño adecuado que permitan tener éxito en la plantación (Montero, 1987 citado por Wiberg, 1991).

El viverista, que produce plantas a la intemperie, previo a decidir cuando sembrar, debe conocer el rango de temperaturas en las cuales germina la especie que debe trabajar, y en que época del año esa misma temperatura, se registra en los tres primeros centímetros del suelo.

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

Para Peumo y Lingue no son muchos los antecedentes que se poseen respecto a la época en que sus semillas deben ser sembradas. Saenz De Urtury (1986), trabajando con semillas de Lingue (Persea lingue) que son de vida corta, encontró que el porcentaje de germinación más alto se lograba efectuando la siembra tan pronto finalizada la colecta, previa eliminación de la pulpa.

Para Peumo (Cryptocarya alba), López et al. (1986), recomiendan sembrar desde la segunda semana de Septiembre hasta mediados de Octubre.

La información publicada en nuestro país, respecto de la temperatura de germinación en peumo y lingue, es escasa, por lo que es necesario realizar estudios específicos al respecto, si se desea masificar la producción de plantas de estas especies.

De acuerdo a lo planteado, el presente estudio analiza el comportamiento de semillas de Cryptocarya alba (Mol.) Looser y Persea lingue Ness puestas a germinar bajo temperaturas diferentes. Además, se pretende:

- Determinar los rangos en los que se produce la mayor y más rápida germinación para cada especie.

- Determinar las condiciones de temperatura bajo las cuales se debiera realizar la siembra, en el caso de viveros que produzcan plantas a la intemperie.

- Determinar las condiciones de temperatura del sustrato para el caso de viveros que produzcan plantas en ambientes controlados.

II MATERIALES Y METODOS

2.1 Procedencia de la semilla.

Las semillas de Cryptocarya alba y Persea lingue que se usaron en el presente estudio, fueron cosechadas en los meses de marzo y abril de 1997.

La semilla de Cryptocarya alba proviene de la ciudad de Chillán, en tanto que la semilla de Persea lingue proviene del sector precordillerano de Recinto, Comuna de Pinto, distante 48 kilómetros de la ciudad de Chillán, Provincia de Ñuble, VIII Región.

2.2 Análisis inicial de frutos y semillas.

Los frutos y semillas fueron analizados en el Laboratorio de Semillas y Plantas del Departamento de Silvicultura de

la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción.

Se determinó la calidad de las semillas analizando las siguientes variables:

- Peso de 1000 semillas.
- Número de semillas limpias por kilogramo.
- Viabilidad.

Para la viabilidad se usó el test bioquímico, para lo cual se utilizó 2,3,5 cloruro de trifeniltetrazolio (Escobar y Sánchez 1992).

2.2.1. Peso de 1000 semillas y numero de semillas limpias por kilogramo. Para ambas especies se tomaron diez muestras de 100 semillas cada una, a las cuales se les determinó el peso con precisión de 0,01 gramo.

Se calculó el promedio de las diez muestras, para conocer el peso de 100 semillas, luego por simple razonamiento matemático se obtuvo el peso de 1000 semillas y número de semillas limpias por kilogramo para cada especie (Ramírez, 1993; Stevens, 1996).

2.2.2. Viabilidad. Para determinar viabilidad en este estudio, se utilizó el test bioquímico, que consiste en usar el compuesto 2,3,5 cloruro de trifeniltetrazolio.

Para calcular la relación entre semillas con embrión y vanas, se eligió para ambas especies, cuatro muestras al

azar de 25 semillas cada una. A cada semilla, con ayuda de un bisturí se le aplicó un corte longitudinal para dejar el embrión expuesto. Posteriormente se sumergieron en una solución de 2,3,5 cloruro de trifeniltetrazolio con una concentración de 0,5%, por un período de 24 horas a una temperatura constante de 30°C.

Las deshidrogenasas liberadas por los tejidos vivos, entran en contacto con los iones hidrógeno y forman un compuesto de color rojo llamado Trifenil fermasan (Escobar y Sánchez 1992).

Según el grado y la zona de teñido, la semilla se considera o no viable, semillas decoloradas en la zona cercana al embrión o embriones no teñidos, son consideradas no viables (Escobar y Sánchez 1992).

El porcentaje final de semillas viables y vanas para cada especie, se obtuvo al efectuar el promedio de las cuatro muestras, para cada caso (Ramírez, 1993; Stevens, 1996)

2.3. Efectos del pre-tratamiento en la germinación

2.3.1. **Estratificación.** Las semillas de ambas especies, antes de ser mezcladas en sustrato húmedo, fueron remojadas en agua durante 24 horas, con la finalidad de eliminar las semillas no viables, además de facilitar la maceración. Con la maceración se desprende la pulpa y posteriormente se separa de la semilla con corriente de agua (Cabello 1987). Luego las semillas viables y limpias se mezclaron con arena

húmeda, en la proporción de tres partes de arena y una parte de semilla, luego se almacenaron en bolsas plásticas, las cuales fueron expuestas a una temperatura de 2°C, por un período de 30 días (Ramírez, 1993).

2.3.2. **Inmersión.** Una vez terminada la estratificación, a las semillas de lingue se les extrajo la cubierta seminal, para luego remojarlas en giberelina (ácido giberílico al 10%) por un período de cuatro horas, a temperatura ambiente.

2.4. Proceso Germinativo

2.4.1. Ensayo de germinación. Se realizaron cinco tratamientos, con cuatro repeticiones cada uno, siendo cada una de las temperaturas 10, 15, 20, 25 y 30°C, los tratamientos t_1 , t_2 , t_3 , t_4 y t_5 , respectivamente para cada especie.

La siembra se realizó en cajas de madera de 15 x 15 cm, las cuales fueron puestas en cámaras de temperatura controlada en el Laboratorio de Semillas de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción.

La **capacidad germinativa** se entendió como el número total de semillas germinadas al final de un periodo de 28 días y la **energía germinativa o valor máximo de germinación** como el porcentaje de semillas que germinan más rápido en el mismo ensayo y se determina por medio del índice de Czabator (Escobar y Sánchez 1992).

Se realizaron conteos diarios de la germinación, a partir del séptimo día de montados los ensayos, cuidando de realizarlos a la misma hora del día durante todo el período del estudio (Ramírez, 1993; Stevens, 1996). Se consideró germinada, toda semilla cuyos hipocótilos emergieron por sobre el sustrato.

El ensayo de germinación tuvo una duración de treinta días para ambas especies.

La arena utilizada como sustrato en este estudio fue previamente esterilizada en los hornos del Laboratorio de Semillas de la Facultad de Ciencias Forestales, a una temperatura de 90°C por un período de cuatro horas.

2.5. Efecto de la temperatura en la germinación

2.5.1. Comportamiento de la germinación a diferentes temperaturas. Se analizaron cinco temperaturas constantes de germinación para cada especie 10°C, 15°C, 20°C, 25°C y 30°C. Al término del ensayo se eligió aquella temperatura en la cual la especie obtuvo una mayor capacidad germinativa.

Los resultados del estudio fueron analizados mediante un diseño estadístico completamente aleatorio (Little y Hills, 1979; Montgomery, 1991), con cuatro repeticiones por tratamiento, cada unidad muestral estuvo constituida por 25 semillas cada una para cada especie.

Cuando existieron diferencias significativas entre los valores promedios de la germinación de los tratamientos, estos se identificaron a través del Test de Comparaciones Múltiples de Tuckey (Montgomery, 1991).

III RESULTADOS Y DICUSION

3.1. Caracterización de las semillas.

3.1.1. Peso de 1000 semillas y número de semillas limpias por kilogramo. La tabla 1 muestra, para cada especie, el peso promedio de 1000 semillas limpias; número de semillas limpias por kilogramo y viabilidad obtenida mediante el test bioquímico.

TABLA 1. Peso promedio de 1000 semillas, número de semillas limpias por kilogramo y viabilidad para Peumo y Lingue.

Especies	Peso promedio 1000 semillas (Kg)	N° semillas limpias por kilogramo.	Viabilidad %
Peumo	1,21	825	65
Lingue	1,11	900	63

Al comparar estos valores con los obtenidos por López et al. (1986), y Cabello (1987), para ambas especies se observa que las semillas utilizadas en este estudio se encuentran dentro del rango asignado para cada especie.

3.2. Comportamiento de la germinación a diferentes temperaturas.

3.2.1. Peumo (Cryptocarya alba). En la figura 1 y apéndice 3, se presenta la capacidad y energía germinativa de semillas de Peumo sometidas, simultáneamente, a cinco temperaturas diferentes, entre 10°C y 30°C aplicadas en forma constante. Los resultados muestran que el proceso de germinación ocurre en el rango de temperatura de 10°C a 25°C. Logrando los valores más altos, 73% de capacidad germinativa y 68% de energía, respectivamente, en el rango comprendido entre 20°C y 25°C. El proceso de germinación, para la especie y procedencia estudiada, se inhibe a 30°C

Para capacidad germinativa las diferencias señaladas son significativas (apéndice 1), y se logran cuando se comparan las medias de los valores obtenidos a 20°C y 25°C, con los de 10°C y 15°C, respectivamente. Entre los valores más altos no hay diferencias significativas, así como tampoco en los tratamientos con los valores más bajos.

El comportamiento de la germinación, para cada temperatura durante el periodo del ensayo, se muestra en la figura 2. En esta se observa que la temperatura del sustrato afecta de diferente manera el proceso germinativo de semillas de igual pre-tratamiento. De esta manera la capacidad y energía germinativa, no sólo son afectadas por el grado de dormancia que la semilla tenga en un momento dado, si no que puede ser igual o más importante que el pretratamiento, la temperatura de germinación.

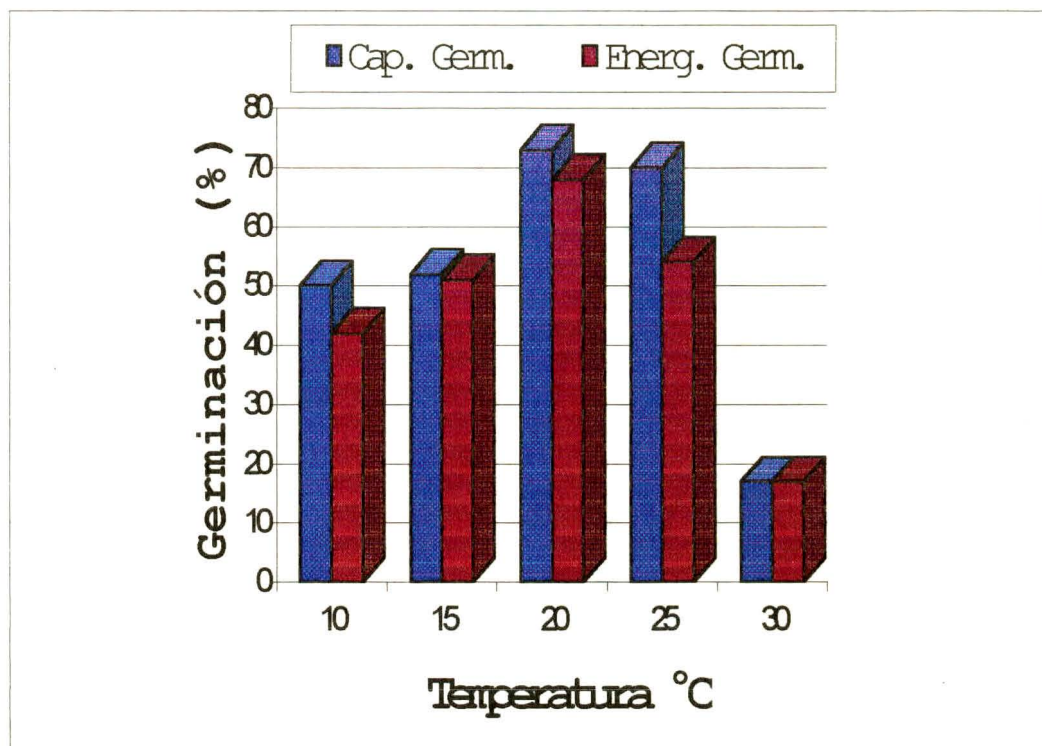


FIGURA 1. Capacidad y energía germinativa de semillas de Peumo a cinco temperaturas distintas aplicadas en forma constante, estratificadas en arena húmeda a 2°C por 30 días.

Los valores más altos de capacidad germinativa, 73% y 70% se logran en las temperaturas de 20°C y 25°C, respectivamente, sin embargo, se observa un mejor comportamiento de la germinación a 20°C, por cuanto a esta temperatura es donde la energía y la capacidad germinativa, logran una menor diferencia (Figuras 1 y 2).

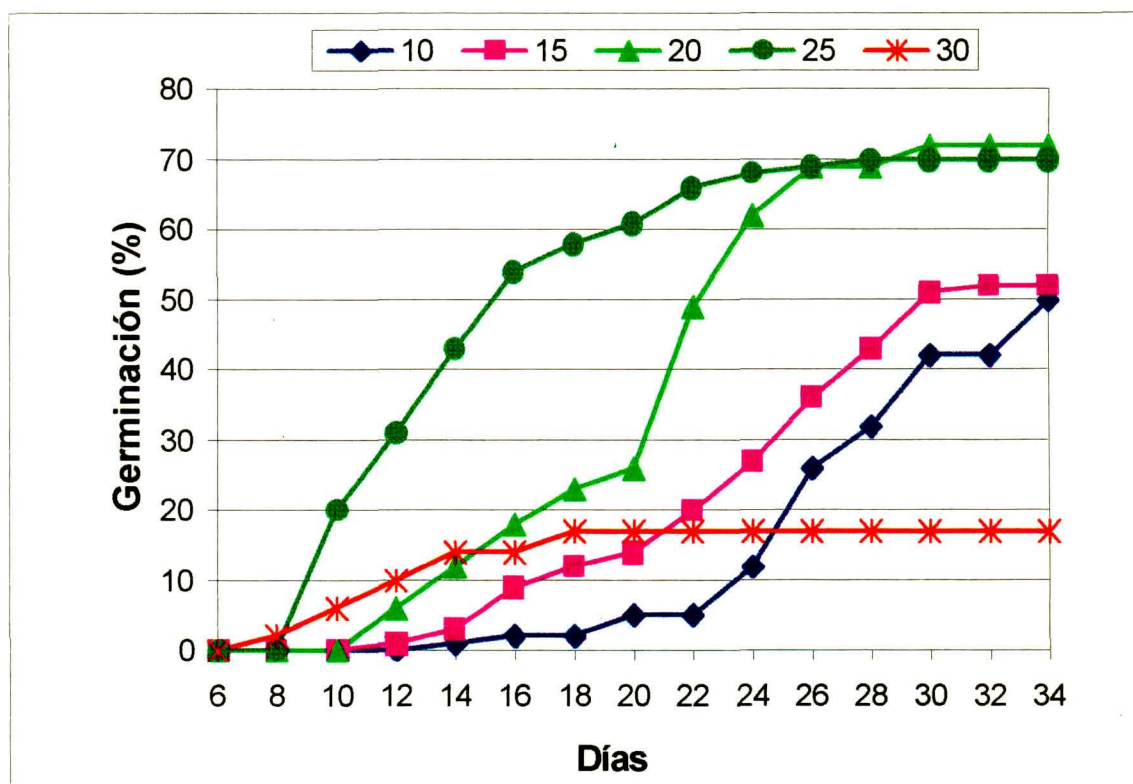


FIGURA 2. Comportamiento de la germinación de semillas de Peumo a cinco temperaturas aplicadas en forma constante.

En los extremos de las temperaturas probadas, el comportamiento es diferente, mientras a 10°C la germinación es lenta, a 30°C es más rápida pero menor (Figura 2).

3.2.2. **Lingue (*Persea lingue*, nass)**. En la Figura 3 y apéndice (3), se presenta la capacidad y energía germinativa de semillas de Lingue sometidas, simultáneamente, a cinco temperaturas diferentes aplicadas en forma constante.

La Figura muestra que, para ambas variables, se produce germinación entre los 10° y 30°C, siendo mayores los resultados en el rango comprendido entre los 15° y 30°C de 89% a 88% de capacidad germinativa.

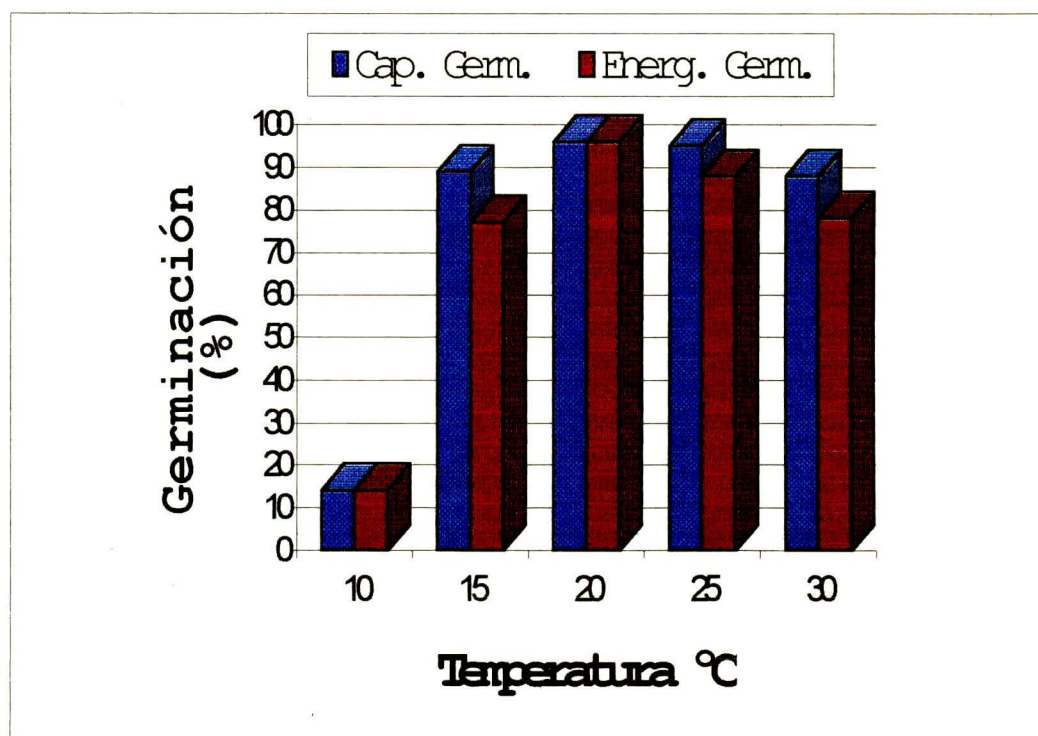


FIGURA 3. Capacidad y energía germinativa de semillas de Lingue bajo cinco temperaturas distintas aplicadas en forma constante. Semillas estratificadas en arena húmeda a 2°C por 30 días.

El proceso de germinación, para ésta especie y procedencia estudiada se inhibe a 10°C . Las diferencias en germinación son significativas (Apéndice 2), y se producen cuando se comparan las medias de capacidad germinativa de los tratamientos de 15° , 20° , 25° y 30°C , con el de 10°C (Apéndice 2).

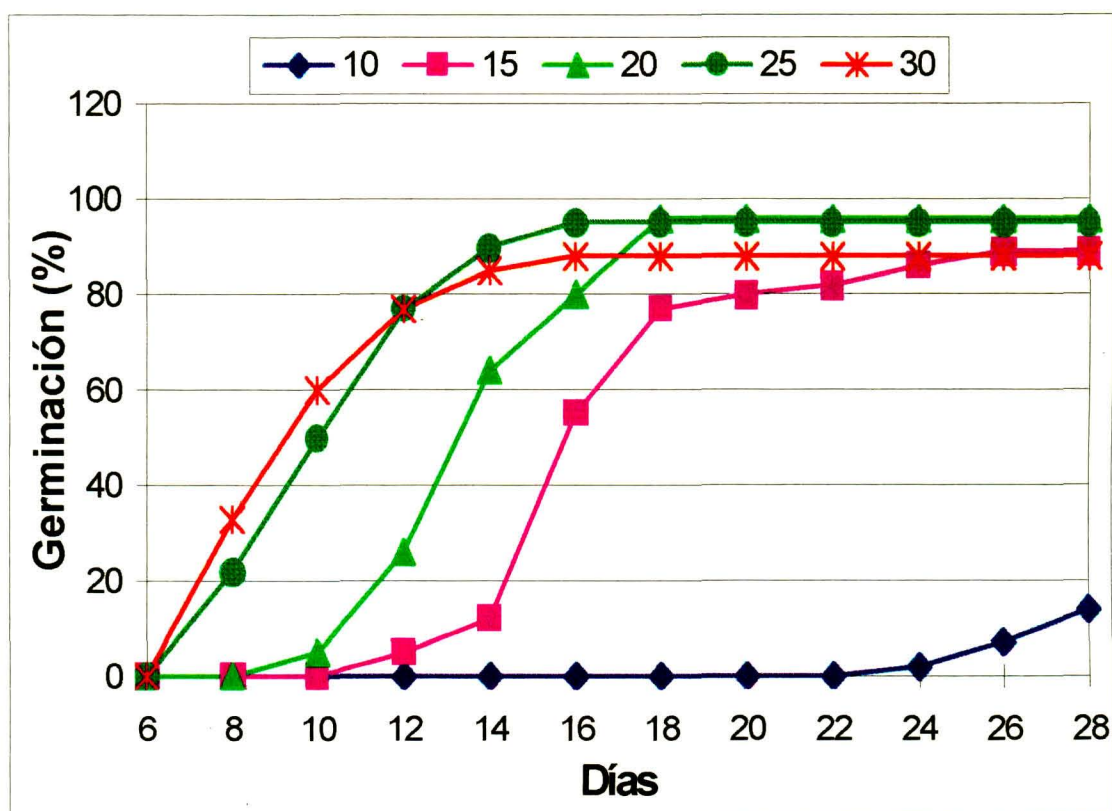


FIGURA 4. Comportamiento de la germinación de semillas de Lingue a cinco temperaturas aplicadas en forma constante.

El comportamiento de la germinación, durante todo el ensayo, se muestra en la Figura 4. En donde se observa una tendencia similar, en las curvas de germinación de las semillas sometidas a 15° , 20° , 25° , 30°C de temperatura.

La respuesta es diferente cuando la semilla se coloca a 10°C donde los valores de capacidad y energía germinativa son significativamente menores a los anteriores y ambas variables se igualan en el proceso. Estos resultados indican que esta especie puede soportar temperaturas altas en el proceso de germinación.

Dentro del rango de temperaturas establecido en este estudio, las semillas de Peumo y Lingue poseen un comportamiento particular, pero es claro que la germinación, se produce en forma más rápida y con porcentajes altos cuando está expuesta a temperaturas adecuadas para que el proceso se realice, disminuyendo y haciéndose más lenta o nula hacia los extremos (Donoso 1981; Lema 1987; Escobar 1990; Hartman y Kester 1992).

Al comparar los rangos más adecuados de temperatura de germinación, de ambas especies, obtenidos en este estudio y teniendo presentes las temperaturas medias mensuales registradas en Chillán, en los tres primeros centímetros del suelo, durante los últimos nueve años (anexo 1), se recomienda realizar la siembra de peumo y de lingue, de la procedencia estudiada, en Noviembre, cuando la temperatura del suelo se encuentre en un rango de 20° a 25°C.

Siembras más tardías, pueden inhibir el proceso de germinación, con las consiguientes pérdidas económicas, ellas solo se podrían realizar, si se baja artificialmente la temperatura del suelo a través del empleo de semisombra a valores similares a los obtenidos en este ensayo.

Por otra parte, siembras más tempranas, disminuirían los valores de germinación y lo prolongarían originando con ello, heterogeneidad en el tamaño de las plantas y expondrían innecesariamente, a la semilla a agentes de daño que existen en el suelo (Lema 1987; Escobar 1990).

Lo anterior no concuerda con lo recomendado por López et al. (1986), quienes señalan que la época de siembra para Peumo, desde Coquimbo hasta Cautín, está entre la segunda semana Septiembre hasta mediados de Octubre.

Los resultádos obtenidos para Lingue en este estudio, coinciden en parte con los logrados por Saenz De Urtury (1986), quien logró 85,6% de capacidad germinativa, previa extracción del pericarpio.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, los viveristas que siembran en invernadero o en salas de ambiente controlado, para lograr mayor capacidad germinativa, debieran sembrar Peumo a temperaturas fijas entre 20° y 25°C. Para Lingue debieran utilizar temperaturas de 25°C.

Los resultados obtenidos en todos los ensayos realizados en este estudio permiten inferir que el poner semilla en "Arena" es un medio de sustrato adecuado para realizar ensayos de germinación (Besnier 1989).

IV CONCLUSIONES

- ✿ El comportamiento del proceso de germinación de semillas de Peumo y Lingue es diferente a distintas temperaturas.
- ✿ La semilla de Peumo germina en un rango de 10°C y 25°C, el proceso se inhibe a 30°C, los valores más altos de capacidad germinativa, 73% y 70%, se logran entre 20°C y 25°C respectivamente.
- ✿ La semilla de Lingue germina en un rango de 15°C y 30°C, el proceso se inhibe a los 10°C, los valores más altos de capacidad germinativa, 96% y 95%, se logran entre 20°C y 25°C respectivamente.
- ✿ Los resultados obtenidos para Lingue permiten sugerir, que es conveniente sembrar las semillas sin cubierta seminal y pretratarlas mediante inmersión, en una solución de ácido giberélico.
- ✿ La semilla de Lingue reacciona positivamente a la inmersión de cuatro horas, en una solución de ácido giberélico a una concentración de 25 ppm.

V RESUMEN

Para determinar la temperatura más adecuada para hacer germinar semillas de Cryptocarya alba (Mol.) Looser y Persea lingue, Nees, se realizó un ensayo de germinación para cada especie, bajo distintas condiciones de temperatura, utilizando como sustrato arena.

Con el fin de mejorar los bajos porcentajes de germinación de Persea lingue Nees, que se obtienen con las siembras tradicionales de primavera, se extrajo el pericarpio de las semillas y se remojaron por cuatro horas a temperatura ambiente, en una solución de ácido giberélico en una concentración de 25 ppm. Mediante un diseño completamente aleatorio se realizó un ensayo de germinación con cuatro repeticiones, en el cual se probaron cinco temperaturas, con un rango de 5°C (10, 15, 20, 25, 30°C), aplicadas en forma constante. Se eligió como la mejor aquella temperatura en la cual la semilla de la especie logró mayor capacidad germinativa. La viabilidad se midió a través del test bioquímico, utilizando 2,3,5 Cloruro de trifeniltetrazolio.

Los resultados muestran que, en Cryptocarya alba la germinación se produce entre 10°C y 25°C, inhibiéndose a los 30°C. Los valores más altos de capacidad germinativa se logran a 20°C. En Persea lingue Nees, la germinación se produce entre los 15°C y 30°C, inhibiéndose a los 10°C. Los valores más altos de capacidad germinativa se logran entre 20°C y 25°C.

VI SUMMARY

In order to determine the most appropriate temperature in order to make germinate seeds of *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser and *Persea lingue*, Nees. It was carried out a rehearsal of germination for each species, under different conditions of temperature, using sand like sustrate.

With the purpose of improving the low percentages of germination of *Persea lingue* Nees, that is obtained with the seeding traditional of spring, the pericarp of the seeds was extracted and was soaked for four hours to ambient temperature, in a solution of giberelic acid in a concentration of 25 ppm. By means of a design completely aleatory it was carried out a rehearsal of germination with four repetitions, in which five temperatures were proven, with a range of 5°C (10, 15, 20, 25, 30°C), applied in constant form. That temperature was chosen like the better in which the seed of the species achieved the better germinative capacity. The viability was measured through the biochemical test, using 2,3,5 trifeniltetrazoly chloride.

The results show that, in *Cryptocarya alba* the germination takes place between 10°C and 25°C, inhibiting it to the 30°C. The highest values of germinative capacity is achieved to 20°C. In *Persea lingue* Nees, the germination takes place between the 15°C and 30°C, inhibiting it to the 10°C. The highest values of germinative capacity is achieved between 20°C and 25°C.

VII BIBLIOGRAFIA

- Besnier R. F. 1989. Semillas. Biología y tecnología. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España. 572 pag.
- Cabello L. A. 1987. Proyecto de protección y recuperación de especies arbóreas y arbustivas amenazadas de extinción. Documento técnico N°22. Chile Forestal. 9 pag.
- Daniel, W. T., Helms, J. Baker., S. F. 1982. Principios de Silvicultura. Mc. Graw-Hill. México. 492 pag.
- Devlin M. R. 1980. Fisiología Vegetal. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. España. 517 pag.
- Donoso Z. C. 1981. Ecología Forestal, El bosque y su medio ambiente. Universidad Austral de Chile. 369 pag.
- Escobar R. R. 1990. Análisis de algunos antecedentes básicos involucrados en la producción artificial de especies nativas. Bosque 11: 3-10.
- Escobar R. M. Sánchez. M. 1992. Producción de plantas Forestales: Algunos aspectos. Boletín de extensión N° 51, Universidad de Concepción. Departamento de Ciencias Forestales. Chillán. Chile. 37 pag.

- Hartman H. y D. Kester. 1992. Propagación de plantas. Principios y prácticas. Editorial Continental. México. 760 pag.
- Hoces C. A. 1988. Efectos de la Textura del Suelo, Tamaño de la Semilla y Profundidad de Siembra. Tesis de grado. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Departamento de Ciencias Forestales. Chillán. Chile.
- Huber. ,J. A. 1968. La Importancia de la Temperatura y Humedad en diferentes suelos para la germinación de *Pinus Radiata* (D. Don). Tesis de prueba para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad Austral. Valdivia Chile.
- Lavanderos, A. Douglas, C. 1985. Técnicas para el abastecimiento de un vivero y producción de plantas. Documento Técnico N° 7. Chile Forestal. 8 pag.
- Lema, M. 1987. Epoca de Siembra y Efecto de Semisombra en la producción de Eucalyptus globulus Labill. ssp. globulus 1/0 a raíz desnuda. Tesis de grado Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Departamento de Ciencias Forestales. Chillán. Chile.

- Litle y Hills. 1979. Métodos Estadísticos para la investigación en la Agricultura. Editorial Trillas. México. 270 pag.
- López J. Jiménez G. Reyes B. 1986. Algunos antecedentes sobre cosecha, procesamiento y viverización de varias especies nativas. Documento técnico N°15. Chile Forestal. 8 pag.
- Meza J. 1965. Semillas, Manual para el análisis de su calidad. Centro regional de ayuda técnica. Agencia para el desarrollo Internacional (A.I.D.). México. 514 pag.
- Montgomery. , D. 1991. Diseño y análisis de experimentos. Grupo Editorial Iberoamérica. México. 649 pag.
- Peters., N. R. 1965. Pretratamientos en la germinación de semillas de Pino oregon (Pseudotsuga taxifolia(Poir.) Britt.). Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Agronomía. Universidad de Chile. Santiago. Chile.
- Ramírez ., J. 1993. Efecto de la temperatura en el proceso de germinación de raulí (Nothofagus alpina (Poepp. et Endl) Oerst.) y roble (Nothofagus obliqua (Mirb.) Oerst.). Variedad obliqua. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias

Forestales. Departamento de Ciencias Forestales.
Chillán. Chile.

Rocuant, L. 1984. Efecto de la giberelina y de tiourea en la germinación de semillas: Especies del género *Nothofagus*. Bosque, vol.5(2): 53-58.

Rodríguez, R. Mathei, O. Quezada, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Concepción. Chile. Editorial Universidad de Concepción. 407 p.

Saenz De Urtury., B. M. 1986. Estudio anatómico y de germinación en *Lingue* (*Persea lingue* Nees). Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Escuela de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago. Chile.

Stevens., K. F. 1996. Germinación de semillas de Lengua (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser), Coigue de Magallanes (*Nothofagus betuloides* (Mirb.) Oerst.) y Ñirre (*Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oerst.), a distintas temperaturas y regímenes de aplicación.

Torrealba., E. R. 1987. Estudios de tratamientos pregerminativos en *Acacia melanoxylon* R. Br. y ensayos de germinación en seis procedencias de Chile Central. Tesis para optar al título de

Ingeniero Forestal. Universidad Austral de Chile.
Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia. Chile.

Wiberg., K. S. 1991. Factores que influyen en la germinación y producción de plantas de Quillay (Quillaja saponaria Mol.). Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Escuela de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago. Chile.

VIII APENDICE

Apéndice 1

Apéndice 1

Resumen de análisis de varianza para capacidad germinativa y análisis de comparaciones múltiples de Tuckey en semillas de Peumo para distintas temperaturas.

■ TABLA 1.A. Resumen de análisis de varianza para capacidad germinativa en semillas de Peumo para cinco temperaturas distintas.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. tabla 5%
Tratam.	4	7.972,8	1.993,2	63,2	3,06
Error	15	472	31,5	-	-
Total	19	8.444,8	-	-	-

■ TABLA 2.A. Resumen de análisis de comparaciones múltiples para capacidad germinativa en semillas de Peumo para cinco, temperaturas diferentes.

T. germ. °C.	30	10	15	25	20
30	-	X	X	X	X
10	-	-	N.S.	X	X
15	-	-	-	X	X
25	-	-	-	-	N.S.
20	-	-	-	-	-

X = Diferencia significativa. $P = 0,05$

N.S. = Diferencia no significativa.

Apéndice 2

Apéndice 2

Resumen de análisis de varianza para capacidad germinativa y análisis de comparaciones múltiples de Tuckey en semillas de Lingue, para diferentes temperaturas.

TABLA 3. A. Resumen de análisis de varianza para capacidad germinativa en semillas de Lingue, para cinco temperaturas diferentes.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculado	F. tabla 5%
Tratam.	4	19.762,5	4.940,63	101,35	3,06
Error	15	731,25	48,75	-	-
Total	19	20.439,75	-	-	-

TABLA 4. A. Resumen de análisis de comparaciones múltiples de Tuckey para capacidad germinativa en semillas de Lingue, para cinco temperaturas diferentes.

T. Germ. °C	10	30	15	25	20
10	-	X	X	X	X
30	-	-	N.S.	N.S.	N.S.
15	-	-	-	N.S.	N.S.
25	-	-	-	-	N.S.
20	-	-	-	-	-

X = Diferencia significativa, $P = 0,05$

N.S. = Diferencia no significativa

Apéndice 3

Apéndice 3

Valores de Energía y Capacidad germinativa para las
temperaturas probadas.

TABLA 5.A. Valores de Energía y Capacidad germinativa para las temperaturas probadas.

T. °C	PEUMO		LINGUE	
	E.G./Día (%)	C.G. (%)	E.G./Día (%)	C.G. (%)
10	42/31	50	14/28	14
15	51/30	52	77/17	89
20	68/25	73	96/17	96
25	54/16	70	88/13	95
30	17/14	17	78/12	88

IX ANEXO

Anexo 1

Anexo 1

Temperatura media mensual registrada en los dos primeros centímetros del suelo, durante un periodo de nueve años.

TABLA 1. B. Temperatura media mensual registrada en los tres primeros centímetros del suelo, durante un periodo de nueve años. (*).

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Enero	32.8	29.7	28.7	31.6	28.4	31.6	26.8	28.0	25.5
Feb.	30.7	30.6	28.2	29.6	30.0	25.2	26.8	24.1	19.9
Marzo	23.9	21.6	21.1	21.8	21.4	22.1	22.9	19.5	17.2
Abril	15.4	13.0	16.4	14.5	15.5	13.9	14.7	13.8	14.3
Mayo	10.6	10.4	11.1	10.4	11.1	9.9	10.4	10.7	10.7
Junio	9.8	8.7	9.7	8.0	9.0	8.3	9.7	10.4	9.5
Julio	9.4	6.7	8.1	8.3	8.6	7.2	7.1	7.9	6.3
Agos.	9.5	9.1	9.5	9.9	8.9	9.5	9.5	8.1	7.8
Sept.	12.4	11.9	12.3	11.9	12.4	12.9	12.0	11.2	10.7
Oct.	17.5	15.7	18.5	15.8	15.4	16.0	15.9	16.8	14.1
Nov.	22.4	23.4	25.1	22.0	23.6	23.5	20.8	20.7	21.6
Dic.	29.2	26.4	26.9	27.3	25.0	27.3	24.8	22.4	28.8

(*) Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica ubicada en Chillán, de la facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción (1998).