

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
Departamento Silvicultura

EFECTO DEL DIAMETRO DE SEMILLAS DE Eucalyptus globulus spp  
SOBRE LA GERMINACION ACUMULADA



GONZALO RODRIGO LOPEZ ROJAS

MEMORIA DE TITULO PRESENTADA A LA  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCION  
PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO  
FORESTAL

CONCEPCION - CHILE

1996

EFFECTO DEL DIAMETRO DE SEMILLAS DE Eucalyptus globulus spp  
SOBRE LA GERMINACION ACUMULADA

Profesor Asesor



---

René Escobar Rodríguez  
Profesor Asociado  
Técnico Forestal

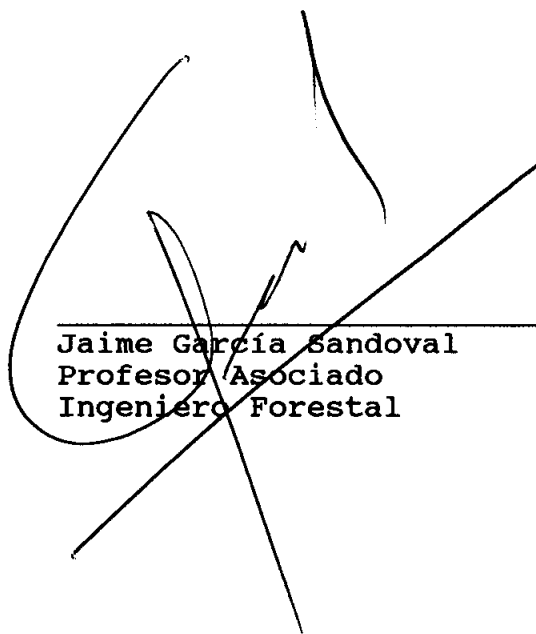
Director Departamento  
Silvicultura



---

Miguel Espinosa Bancalari  
Profesor Asociado  
Ingeniero Forestal, Ph.D.

Decano Facultad de Ciencias  
Forestales



---

Jaime García Sandoval  
Profesor Asociado  
Ingeniero Forestal

A MIS PADRES  
A MI ESPOSA  
A MI HIJA



## AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo, especialmente:

- Al Sr. René Escobar Rodriguez, Docente de la Facultad de Cs. Forestales de la Universidad de Concepción, por su continua orientación.
- A mis colegas y amigos Señores Alberto Vargas y Rodrigo Fuenzalida por la ayuda prestada en la etapa práctica.
- Al Sr. Manuel Zapata, laborante del laboratorio de Física de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción.

## INDICE DE MATERIAS

CAPITULOS	PAGINAS
I INTRODUCCION. . . . .	1
II REVISION BIBLIOGRAFICA. . . . .	4
2.1 Proceso de germinación y factores que lo regulan . . . . .	4
2.1.1 Germinación . . . . .	4
2.1.2 Factores que afectan la germinación . . . . .	5
2.1.2.1 Factores internos . . . . .	5
2.1.2.2 Factores externos . . . . .	7
2.1.3 Efecto del tipo de sustrato en la germi- nación y emergencia . . . . .	11
2.1.4 Factores técnicos que afectan la germi- nación . . . . .	14
2.1.4.1 Calidad de la semilla . . . . .	14
2.1.4.2 Efecto del tamaño de la semilla en la germinación y emergencia. . . . .	15
2.1.4.3 Efecto de la profundidad de siembra en la germinación y emergencia . . . . .	16
III MATERIALES Y METODOS. . . . .	18
3.1 Lugar del estudio. . . . .	18
3.2 Materiales experimentales . . . . .	18

3.2.1	Sustratos . . . . .	18
3.2.1.1	Suelos. . . . .	18
3.2.1.2	Sustratos orgánicos . . . . .	19
3.2.2	Semillas. . . . .	19
3.2.3	Equipos. . . . .	20
3.2.4	VARIABLES DETERMINADAS. . . . .	20
3.3	Metodología . . . . .	20
3.3.1	Calibración de la semilla . . . . .	20
3.3.2	Peso de 1000 semillas limpias y número de semillas limpias por kilogramo . . . . .	21
3.3.3	Determinación de viabilidad . . . . .	21
3.3.4	Capacidad germinativa y energía germinativa . . . . .	22
3.4	La siembra. . . . .	23
3.5	Diseño experimental . . . . .	25
IV	RESULTADO Y DISCUSION . . . . .	28
4.1	Calidad de semillas . . . . .	28
4.1.1	Calibración de semillas . . . . .	28
4.1.2	Peso de 1000 semillas limpias . . . . .	29
4.1.3	Número de semillas limpias por kilogramo. . . . .	30
4.1.4	Viabilidad. . . . .	31
4.1.5	Capacidad y energía germinativa . . . . .	32
4.2	Emergencia. . . . .	36

4.2.1	Comportamiento de la emergencia promedio acumulativa . . . . .	36
4.2.2	Efecto del tipo de sustrato en la emergencia. . . . .	39
4.2.3	Efecto del calibre de semilla . . . . .	43
4.2.4	Efecto profundidad de siembra . . . . .	47
4.2.5	Interacción tipo de sustrato - calibre de semilla . . . . .	48
4.2.6	Interacción tipo de sustrato - profundidad de siembra. . . . .	49
4.2.7	Interacción tipo de sustrato - calibre de semilla - profundidad de siembra. . . . .	50
V	CONCLUSIONES . . . . .	51
VI	RESUMEN . . . . .	53
	SUMMARY . . . . .	54
VII	BIBLIOGRAFIA. . . . .	55
VIII	APENDICE	

## INDICE DE TABLAS

TABLA N°	PAGINAS
<u>En el texto</u>	
1	Valores medios de peso de 1000 semillas, número de semillas limpias por kg según diámetro . . . . . 29
2	Viabilidad, capacidad y energía germinativa de semillas sin pretratamiento según calibre . . . . . 33
3	Resumen diferencias significativas para los distintos factores y sus interacciones para cada recuento. . . . . 39
4	Efecto del tipo de sustrato en el número de plantas emergidas al recuento diez, en valores absolutos y porcentaje. . . . . 42
5	Efecto del calibre de semilla en la emergencia de plántulas al décimo recuento, en valores absolutos . . . . . 45
6	Análisis efectos simples para el factor calibre de semilla para los distintos sustratos. . . . . 46
7	Efecto de la interacción tipo de sustrato y calibre de semilla en el porcentaje de plantas emergidas en los distintos sustratos al recuento diez . 49
8	Efecto de la interacción tipo de sustrato y profundidad de siembra en el porcentaje de plantas emergidas en los distintos sustratos al recuento diez. . . . . 50

En el apéndice

## En Apéndice 2

- 1 A Tabla de equivalencia de un recuento, respecto al tiempo transcurrido en horas y promedio general de Plántulas emergidas en valor absoluto.



En Apéndice 3

- 2 A Clasificación según la Séptima Aproximación y características físicas de las series de suelo.
- 3 A Material generador, ubicación geográfica y descripción modal primeros 20 cm, de cada serie de suelo.



## INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	PAGINAS
<u>En el texto</u>	
1	Fisonomía del diseño de parcelas subdivididas . . . 27
2	Participación porcentual de diferentes calibres en un kilogramo de semillas limpias. . . . . 29
3	Viabilidad promedio de los distintos calibres de semillas, en términos porcentuales. . . . . 32
4	Comportamiento de la germinación para calibre 1.0 - 1.6 mm. . . . . 35
5	Comportamiento de la germinación para calibre 1.6 - 2.0 mm. . . . . 35
6	Comportamiento de la germinación para calibre > 2.0 mm. . . . . 36
7	Emergencia promedio general de plántulas, en valores absolutos y porcentuales. . . . . 37
8	Efecto del tipo de sustrato en la emergencia promedio de plántulas medida cada 12 hr . . . . . 41
9	Efecto del calibre de semilla en la emergencia promedio de plántulas medida cada 12 hr . . . . . 44
10	Efecto de la profundidad de siembra en la emergencia promedio de plántulas medida cada 12 hr . . . . . 47

En el apendice

## En Apendice 1

- 1 A Formulario control ensayo germinación.
- 2 A Formulario control de la velocidad de emergencia de plántulas en porcentaje.

## I. INTRODUCCION

Para que una semilla germine y de origen a una plántula, se requiere que esta sea viable, no presente latencia y sea expuesta a condiciones adecuadas de temperatura, humedad, oxígeno y en ocasiones luz (Hartmann y Kester, 1992).

El primer estadio de la germinación, llamado imbibición, consiste en una rápida absorción de agua, necesaria para debilitar la cubierta e hidrolizar las sustancias de reserva; luego comienza la actividad enzimática e incremento de las tasas de respiración y asimilación, que indican la utilización de reservas nutricionales y su translocación a las zonas en crecimiento; posteriormente se produce el aumento de tamaño y divisiones celulares que tienen como consecuencia la aparición de la radícula y la plúmula (Evenari, 1957; Krugman et al., 1974; citado por F.A.O., 1991).

La germinación puede ser bloqueada debido a factores externos, como por ejemplo, temperatura inadecuada, ausencia de agua o mezcla gaseosa inconveniente (Devlin, 1980).

A una misma profundidad de siembra, las semillas de mayor tamaño emergen antes. Lo anterior es de importancia en el manejo de pre y post emergencia de la semilla (Escobar y Peña,

1985), lo que hace altamente recomendable seleccionar las semillas de acuerdo al diámetro, para lograr una germinación y desarrollo más uniforme (Ordoñez, 1987). La recomendación tradicional en este sentido para cualquier especie es que la semilla debe sembrarse a una profundidad equivalente a 2 ó 3 veces su tamaño; como todas las semillas de una especie no tienen el mismo tamaño estas deben ser calibradas especialmente cuando se realiza siembra mecanizada (Gutiérrez y Arntz, 1985).

La germinación y posterior emergencia de plántulas, se ve dificultada o favorecida, en mayor o menor grado por la profundidad de siembra y por las características físicas del medio o sustrato en el cual se encuentran inmersas las semillas, como composición granulométrica (textura), forma en que se unen las partículas finas del suelo en agregados compuestos (estructura), consistencia, densidad aparente, porosidad, condiciones de humedad y aireamiento.

La producción de plantas a raíz desnuda, en la VIII Región del país, ha contemplado la utilización de suelos de distinta textura, desde franco arenosas a franco arcillosas. En tanto que a raíz cubierta se han utilizado diferentes mezclas de suelo, compost de corteza de pino y capotillo de arroz. La siembra con semilla calibrada no es común en el país;

normalmente se siembra una mezcla de semilla de diferentes calibres a profundidad uniforme.

El presente trabajo analiza la calidad de semilla de Eucalyptus globulus spp, su interacción con el sustrato, profundidad de siembra y sus efectos sobre la velocidad de emergencia, a temperatura constante.



## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Proceso de germinación y factores que lo regulan.

2.1.1 Germinación. La germinación de las semillas de Eucalyptus globulus spp, es hipogea. Los cotiledones, que son estructuras de almacenamiento, permanecen in situ enterrados, o sobre el suelo, mientras se produce el alargamiento de la plúmula (F.A.O., 1991).

La germinación consiste en el proceso por el cual la radícula emerge a través de los tegumentos seminales. Los técnicos definen la germinación como la aparición y desarrollo, a partir del embrión, de aquellas estructuras esenciales que, para un cierto tipo de semilla, indican la capacidad de producir plantas normales en condiciones ambientales favorables (Sivori et al., 1986).

La germinación involucra tres procesos parciales, simultáneos: 1) absorción de agua, principalmente por imbibición, que hace que la semilla se hinche y se abra la cubierta seminal; 2) actividad enzimática e incremento de las tasas de respiración y asimilación, que indican la utilización del alimento almacenado y translocación a las zonas en crecimiento; 3) aumento de tamaño y división celular que tiene como

consecuencia la aparición de la radícula y la plúmula (Evenari, 1957; Krugman et al., 1974; citado por F.A.O., 1991).

La germinación se considera completa cuando la plántula cuenta con suficiente superficie fotosintética para satisfacer sus propias necesidades de carbohidratos (Daniel et al., 1982).

### 2.1.2 Factores que afectan la germinación.

2.1.2.1 Factores internos. La latencia o dormancia en las semillas es el factor de mayor relevancia en la germinación de éstas (Daniel et al., 1982).

La semilla cuya germinación es impedida por sus propios mecanismos internos se dice que está latente. Si la semilla es capaz de germinar de inmediato, cuando se le expone a las condiciones ambientales adecuadas, se dice que está quiescente o no latente. La diferencia entre semillas latentes y quiescentes estriba en que en las primeras, el control de la germinación se debe a mecanismos internos y en la segunda, a factores ambientales externos (Hartmann y Kester, 1992).

Krugman et al., 1974; citados por Hoces (1988), señalan que la semilla sin latencia o dormancia, pasa por tres etapas

durante el proceso de germinación:

- imbibición en agua
- activación de los procesos metabólicos y
- crecimiento del embrión.

Existe un estado de dormancia, si cualquiera de las etapas del proceso de germinación es bloqueada. La semilla en latencia o dormancia con cubierta seminal impermeable no puede imbibir la cantidad de agua necesaria. La mayoría de las semillas en dormancia embeben agua satisfactoriamente, pero su germinación puede estar bloqueada en la etapa siguiente.

Daniel et al. (1982) sostienen que son varios los factores que ocasionan la latencia en el caso de los árboles:

- El embrión puede estar fisiológicamente inmaduro, en cuyo caso necesita de un período de estratificación antes de germinar bien.
- La semilla tiene una cubierta impermeable al oxígeno.
- La cubierta de la semilla puede ser demasiado fuerte para que el embrión, en desarrollo, la pueda romper.
- La semilla se desprende del árbol antes de que el embrión madure.

La latencia se rompe luego de que la semilla se expone a variadas condiciones ambientales que pueden incluir un



prolongado período de frío intenso, exposición prolongada a condiciones de humedad en presencia de oxígeno (estratificación), calor intenso (incluso fuego), paso a través del intestino de aves o mamíferos, abrasión física (escarificación) o ataque de hongos (Bidwell, 1993).

2.1.2.2 Factores externos. En una semilla madura, sin latencia, la germinación no ocurre si las condiciones externas no son favorables. Los principales factores externos son humedad, intercambio gaseoso, temperatura y luz ( Daniel et al., 1982; Bidwell, 1993).



a) Humedad.

Para que una semilla madura sin latencia inicie el proceso de germinación, se requiere de un contenido de humedad determinado y de una temperatura específica (Escobar, 1987).

La semilla se encuentra extremadamente deshidratada. Normalmente contiene sólo 5 - 20% de agua, en peso (Bidwell, 1993). El contenido de agua es un factor muy importante en el control de la germinación de la semilla, con menos del 40 ó 60% de agua en la semilla (con base peso fresco), no se efectúa la germinación (Hartmann y Kester, 1992).

El primer estadio de la germinación, llamado imbibición, es necesario para debilitar la cubierta e hidrolizar las sustancias de reserva. Luego la absorción de agua decrece, la germinación prosigue y empiezan los procesos irreversibles que llevan al crecimiento y desarrollo (Daniel et al., 1982; Bidwell, 1993).

La humedad necesaria para que se lleve a cabo este proceso, es suministrada por el suelo o sustrato de germinación. Su capacidad de retención de agua, está determinada por la porosidad que éste presente y el tamaño de los poros.

El espacio poroso del suelo es la porción de un volumen de suelo ocupado por aire y agua, la cantidad de espacio poroso esta determinado por la textura y el arreglo de las partículas. Los suelos presentan dos tipos de poros, los macroporos y microporos, estos últimos con diámetro menor a 0,06 mm, (Brady, 1990).

El volumen de microporos es el responsable de la capacidad de retención de agua por el suelo y mientras mayor sea su participación por unidad de volumen, mayor será la humedad retenida por el suelo (Black, 1975).

El mantenimiento de una provisión de humedad adecuada y

continua a las semillas puede resultar difícil ya que la germinación se efectúa en la capa superior del medio de germinación, que está expuesta a fluctuaciones de humedad y a pérdidas rápidas de la misma. El problema resulta mayor con la necesidad de sembrar a poca profundidad las semillas pequeñas o cuando la tasa de germinación de algunas semillas es baja (Hartmann y Kester, 1992).

La tasa de emergencia de plántulas, en general se reduce bastante con una disminución de la provisión de agua. A medida que la humedad disponible disminuye a cerca de la mitad del contenido entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento permanente, se registra una disminución en la tasa de emergencia (Hartmann y Kester, 1992).

#### b) Intercambio gaseoso.

El oxígeno es necesario para la germinación de la semilla. El metabolismo durante los estadios iniciales de la germinación puede ser anaerobio cambiando a aerobio, tan pronto como la testa se rompe y el oxígeno se difunde en su interior (Bidwell, 1993).

La respiración intensa de las semillas, en proceso de germinación, requiere de un aporte abundante de oxígeno; por

lo general, este gas está fácilmente disponible pero su cantidad puede ser limitada bajo condiciones de exceso de humedad, profundidad de siembra excesiva o en un suelo excesivamente fertilizado que produce grandes cantidades de dióxido de carbono. Los requerimientos de oxígeno varían mucho, pero en general los problemas surgen en suelos con aireamiento deficiente debido a baja porosidad o con demasiada humedad (Daniel et al., 1982).

El dióxido de carbono es un producto de la respiración y en condiciones de mala aireación puede acumularse, altos niveles de dióxido de carbono pueden retardar y en cierto grado inhibir la germinación (Daniel et al., 1982; Hartmann y Kester, 1992).

La aireación y drenaje de los suelos está determinado por la cantidad de macroporos. El contenido de macroporos definitivamente afecta el contenido total de aire en el suelo, el intercambio gaseoso y reacciones bioquímicas (Brady, 1990).

La textura, densidad aparente, estabilidad de los agregados y el contenido de materia orgánica del suelo ayudan a determinar el contenido de macroporos, en relación, a la aireación del suelo (Brady, 1990).

c) Temperatura.

La temperatura tal vez es el factor ambiental individual de mayor importancia que regula la germinación y el crecimiento subsecuente de las plántulas (Hartmann y Kester, 1992).

Las semillas de Eucalyptus globulus spp, al no presentar latencia, germinan bien con alternancias suaves de temperatura. Incluso temperaturas constantes, adecuadas, hacen germinar un elevado número de ellas (F.A.O., 1981; citado por Lema, 1987).

2.1.3 Efecto del tipo de sustrato en la germinación y emergencia. Huger (1968), sostiene que el factor suelo como agente externo regulador de la germinación, tiene gran importancia en las primeras fases de está; en relación al suministro de agua y oxígeno.

El suelo, por medio de su textura y porosidad, influye en el suministro de agua necesario para el desarrollo de las plantas, este suministro es mayor en los suelos de textura moderadamente fina y menor en los de textura gruesa (Black, 1975).

Los suelos arenosos, debido al tamaño de los granos de arena,

presentan una mayor cantidad de macroporos, permitiendo un movimiento más rápido del aire y agua, pero presentan una baja capacidad de retención de agua. Al contrario, suelos de textura muy fina, como sucede en suelos arcillosos, las partículas pueden agregarse muy estrechamente unas a otras, dando suelos de espacio poroso bajo y poca permeabilidad para el aire y agua (Hall, 1950).

Un suelo con buena porosidad y humedad para el crecimiento de una planta, presenta un espacio poroso cercano al 50% y esta cantidad es compartida entre agua y aire (macroporos y microporos), permitiendo una buena aireación y retención de agua (Brady, 1990).

La consistencia del suelo, es un término usado para describir, la resistencia a la ruptura de los suelos a variados contenidos de humedad. Esto es una expresión de las fuerzas de atracción mutua entre las partículas del suelo, que determinan la facilidad con que el suelo puede ser quebrado (Brady, 1990). Esto, además, está relacionado con la estabilidad de las unidades estructurales (Russell, 1954).

Una estructura estable del suelo permite una buena aireación (Brady, 1990). Russell (1954), señala que los suelos limosos presentan estructuras débiles y continuamente se están

desprendiendo partículas de limo. En tanto, en los suelos arcillosos la inestabilidad se debe a que las partículas de arcilla desfloculan al humedecerse, pues se genera una fuerza de repulsión en vez de atracción entre ellas cuando están húmedas; las partículas dispersadas terminan por bloquear los macroporos o por formar costras, las que, en ciertos casos impiden la emergencia de las plántulas (Black, 1975).

El predominio de arcilla, más de un 20%, produce endurecimiento por desecación y encostramiento, fenómenos altamente perjudiciales para la emergencia de la plántula como consecuencia de la alteración de la capa superficial del suelo (Morby, 1984; citado por Hoces, 1988).

El sustrato no debe tener una textura grosera. Debe tener una distribución de tamaños de poros equilibrada. El contacto entre la semilla y partículas del suelo debe ser lo suficientemente compactada, como para alcanzar un buen contacto entre las semillas y las partículas de suelo, de manera que estén regularmente abastecidas de agua. En síntesis debe ser permeable al aire y al agua, con un buen drenaje y aireación, lo que se logra de mejor forma con sustratos de textura media (Hartmann y Kester, 1992).

2.1.4 Factores técnicos que afectan la germinación. Gutiérrez y Arntz (1985), señalan que los factores técnicos que afectan la germinación son aquellos relacionados con la manipulación de semillas, tales como condiciones de cosecha, procedencia de semillas, almacenamiento, época de extracción de cápsulas, tratamientos pregerminativos y técnicas de manejo del vivero, tales como época, profundidad y densidad de siembra, labores culturales (riego y semisombra) entre otros.

2.1.4.1 Calidad de la semilla. En la propagación exitosa por semillas es esencial un método para juzgar la viabilidad de ellas. La semilla muerta o en proceso de muerte se caracteriza por una declinación del vigor y en áreas localizadas de la cubierta aparecen necrosis o lesiones. Pero la diferencia entre una semilla viva y muerta no siempre es notoria (Hartmann y Kester, 1992).

En el mundo existen numerosas organizaciones que elaboran pautas para el muestreo y análisis de semillas, y promueven la aplicación uniforme de esos procedimientos para evaluar semillas que se comercializan en el mercado internacional. Una de estas organizaciones es The International Seed Testing Association (I.S.T.A.).

La calidad de las semillas se mide por medio de la energía



germinativa, que corresponde al porcentaje de germinación que se obtiene cuando la tasa de germinación alcanza su valor máximo, y por la capacidad germinativa que corresponde al porcentaje del número de semillas germinadas al término del ensayo de germinación (Czabator, 1962; Hartmann y Kester, 1992).

2.1.4.2 Efecto del tamaño de la semilla en la germinación y emergencia. La tasa de germinación de las semillas, la sobrevivencia y crecimiento de las plántulas, aumentan a medida que aumenta el tamaño de la semilla (Gutiérrez y Arntz, 1985). A una misma profundidad de siembra, las semillas de mayor tamaño emergen antes (Escobar y Peña, 1985).

La velocidad de germinación en pino radiata, expresada como el número de semillas germinadas en un período dado de tiempo; aumenta, con el diámetro de la semilla, mientras que el total de semillas germinadas disminuye (Ordoñez, 1987).

Hoces (1988), trabajando con pino oregón, determinó que las semillas de mayor diámetro tienen mayor capacidad y energía germinativa, mientras que los menores valores para estas variables se producen en las semillas de calibre intermedio.

Ramírez (1993), determinó para Roble y Raulí, que los valores

más altos de capacidad y energía germinativa, se registran en los calibres mayores.

2.1.4.3 Efecto de la profundidad de siembra en la germinación y emergencia. La profundidad de siembra es un factor crítico que determina la velocidad de emergencia y tal vez, la densidad de la población (Hartmann y Kester, 1992). Debido a que, a menor profundidad de siembra, cuando los suelos disponen de una adecuada cantidad de humedad, las semillas encuentran una menor resistencia a la emergencia (Hoces, 1988).

Si la siembra es muy superficial, la semilla puede quedar en la parte superior que se seca con mucha rapidez. Si es muy profunda, la emergencia se retrasa o la plántula no es capaz de crecer lo suficiente para cuando se agotan los nutrientes almacenados en el embrión, pereciendo (Hartmann y Kester, 1992; Bidwell, 1993). Además, el intercambio de gases entre el medio de germinación y la atmósfera se reduce considerablemente al aumentar la profundidad de siembra (Hartmann y Kester, 1992).

El tamaño de la semilla es uno de los factores, entre otros, que determinan la profundidad de siembra a utilizar, además, las semillas de mayor tamaño o calibre germinan considerable-

mente más rápido que las de menor tamaño (Escobar y Peña, 1985).

La selección por tamaño de semilla es importante, pues las semillas de mayor tamaño producen plantas más grandes que las de calibre inferior y estas diferencias se mantienen en el tiempo en la plantación (Escobar, 1994).



### III MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Lugar del estudio.

El estudio se realizó en el Laboratorio de Semillas y Plantas del Departamento de Silvicultura de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción.

#### 3.2 Materiales experimentales.

Para la realización del estudio, se dispuso del siguiente material:



##### 3.2.1 Sustratos.

3.2.1.1 Suelos. a) Suelo serie Diguillín: Textura franca, obtenida del Vivero Experimental de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción.

b) Suelo serie Santa Bárbara: Textura franco limosa, obtenida en el Fundo los Copihues, sector Tanilvoro, comuna de Coihueco, provincia de Ñuble.

c) Suelo serie Santa Teresa: Textura franco arenosa, obtenida en el Fundo El Ajial, comuna de Pemuco, provincia de Ñuble.

Las características físicas, clasificación taxonómica, según la Séptima Aproximación y textura de cada una de las series utilizadas se presentan en apéndice 3.

3.2.1.2 Sustratos orgánicos. a) Corteza de arroz (capotillo) descompuesta, fumigada con Bromuro de Metilo en dosis de una bombona por cada 1,5 m<sup>3</sup> de material durante dos días y aireado durante tres días. Este se obtuvo en la arrocera La Palmera, comuna de San Carlos, provincia de Ñuble.

b) Compost de corteza de pino, adquirido a Forestal Monte Aguila, en Los Angeles.

Las características de los sustratos orgánicos se presentan en apéndice 4.

3.2.2 Semillas. 1000 g de semillas de Eucalyptus globulus spp, provenientes de el predio Los Sauces, perteneciente a Forestal Mininco S.A., IX-Región; cosechada en Enero de 1993 desde una cortina cortaviento.

En el laboratorio, se procedió a efectuar una caracterización de las semillas a través de la determinación de distintas variables, con el objetivo de determinar la calidad de las mismas, conforme a las normas prescritas por I.S.T.A. para la

especie (F.A.O., 1961).

3.2.3 Equipos. 1) Estufas de ventilación forzada, 2) Lupa de aumento 6 X, 3) Germinadora Jacobsen, 4) Cámara de temperatura controlada, 5) Contenedores tipo speedling de 256 cavidades (20) y 6) Balanza con una precisión de 0,01 g.

3.2.4 VARIABLES DETERMINADAS. a) Calibre, peso de 1000 semillas limpias y número de semillas limpias por kilogramo, viabilidad, capacidad y energía germinativa de las semillas.

b) Comportamiento de la emergencia en términos de velocidad de emergencia, en función de los efectos los distintos tratamientos.

### 3.3 Metodología.

3.3.1 Calibración de la semilla. Para identificar los diferentes tamaños o calibres que componen la muestra y determinar su participación porcentual por unidad de peso, se procedió a calibrar las semillas mediante un set de tamices, de 1.0, 1.6 y 2.0 mm de diámetro.

De esta manera se obtuvieron las siguientes clases de tamaños o calibres de semillas:

- Clase 1. 1.0 - 1.6 mm de diámetro.  
Clase 2. 1.6 - 2.0 mm de diámetro.  
Clase 3. > 2.0 mm de diámetro.

Posteriormente se procedió a pesar el total de semillas obtenidas por calibre, para lo cual se utilizó una balanza con una precisión de 0.01 g, estableciéndose una relación entre el peso de las semillas de cada calibre y el peso total de la muestra analizada, determinándose la participación porcentual de cada calibre en el kg de semillas.

3.3.2 Peso de 1000 semillas limpias y número de semillas limpias por kilogramo. De cada una de las clases de semilla señaladas, se tomaron, al azar, seis muestras de 0.25 g con una precisión de 0.01 g, a los cuales se les determinó el número de semillas presentes en cada muestra, obteniéndose un valor promedio del peso de 1000 semillas limpias por calibre.

Utilizando la misma relación, a partir del peso de 1000 semillas limpias, se determinó el número de semillas limpias por kg para cada calibre.

3.3.3 Determinación de viabilidad. De cada tamaño o clase de semilla se tomaron al azar, cuatro muestras de 100 semillas cada una, a las que mediante corte se le determinó viabilidad.

Para ello, se utilizó bisturí y observación con lupa, para constatar la presencia o ausencia de endosperma. Si este estaba ausente o lechoso (inmaduro) se calificó la semilla como no viable.

El porcentaje de viabilidad se obtuvo del promedio de los valores obtenidos por cada tamaño de semilla.

3.3.4 Capacidad y energía germinativa. Para determinar el grado de latencia o dormancia de la semilla y el mejor pretratamiento para la siembra, se procedió a realizar un ensayo de germinación según normas I.S.T.A. (F.A.O., 1961) en donde se determinó, la energía y capacidad germinativa.

De cada calibre se tomaron, al azar, cuatro lotes de 100 semillas cada uno, colocándose en la germinadora de acuerdo con un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.

El recuento de germinación se inició al quinto día de montado el ensayo.

Se estimó como germinada una semilla cuando el largo de la radícula alcanzaba 1.5 veces el diámetro de la misma.

El recuento de semillas germinadas se realizó diariamente



eliminándose del ensayo las germinadas. Los valores de germinación se anotaron en forma acumulativa en formularios especiales (apéndice 1).

El valor de capacidad germinativa se obtuvo del promedio de germinación de las cuatro repeticiones al término del período de ensayo y los de energía germinativa, a través del cálculo del valor máximo de germinación (Czabator, 1962).

#### 3.4 La siembra.

Una vez caracterizada la semilla y los distintos sustratos en el laboratorio se procedió a establecer el ensayo, para analizar el efecto de la interacción del tipo de sustrato, tamaño de semilla y profundidad de siembra, en la velocidad de emergencia de semillas de Eucalyptus globulus spp.

Los distintos sustratos fueron cribados, con el fin de eliminar terrones, restos de material vegetal y piedrecillas si es que las hubiese; para lo cual se utilizó un tamiz de 2.0 mm.

Cada tipo de suelo fue esterilizado a 60°C durante 12 horas en estufas de ventilación forzada.

Posteriormente se depositó el sustrato en contenedores del tipo speedling de 256 cavidades, con las siguientes dimensiones 2 x 2 x 2.5 cm cada una. Las perforaciones en su base se taparon con papel filtro de manera de evitar la caída del sustrato y evitar la pérdida excesiva de agua.

Una vez llenos los contenedores, se regaron frecuentemente para que los sustratos recuperaran su capilaridad.

Tres tamaños de semilla se sometieron a prueba de flotación por 24 hr, eliminándose las que flotaban; esto con el fin de sembrar sólo semillas viables.

Las semillas fueron sembradas, manualmente, en cada bandeja a 1.0, 2.5 y 5.0 mm de profundidad, colocando sólo una semilla por cavidad; cubriéndose con el sustrato correspondiente.

Para lograr la profundidad de siembra especificada se confeccionó un instrumento de acrílico graduado. Una vez realizada la siembra, los contenedores fueron colocados en una cámara de temperatura controlada, por un período de 10 días; la cual fue estabilizada a 22°C, temperatura óptima para la germinación de esta especie (Lema, 1987).

El ensayo se estableció el 25 de Mayo de 1994, realizándose

el primer recuento luego de 31,5 horas después de efectuada la siembra y a partir de este momento con una periodicidad de 12 hr (Apéndice 1).

Durante el ensayo, cada sustrato se mantuvo con un contenido de humedad cercano a capacidad de campo.

### 3.5 Diseño experimental.

El diseño experimental utilizado corresponde a un arreglo factorial en parcelas sub-divididas con cuatro repeticiones (Little y Hills, 1978).

En el estudio, los diferentes tipos de sustrato se ubicaron a nivel de tratamiento o parcelas mayores las que estaban constituidas por cuatro bandejas con igual sustrato, cada una de las cuales contemplaba 180 cavidades.

A nivel de subtratamiento o parcelas intermedias, se ubicaron los diferentes tamaños de semillas, constituida por 60 cavidades.

A nivel de sub-subtratamiento se ubicaron las tres profundidades de siembra, con 20 cavidades cada sub-subparcela, quedando el ensayo de la siguiente manera:

Tratamiento	S1. Textura franco arcillosa.
Tratamiento	S2. Textura franco limosa.
Tratamiento	S3. Textura franco arenosa.
Tratamiento	S4. Compost de corteza de pino.
Tratamiento	S5. Capotillo de arroz.
Subtratamiento	C1. Semillas 1.0 - 1.6 mm de diámetro.
Subtratamiento	C2. Semillas 1.6 - 2.0 mm de diámetro.
Subtratamiento	C3. Semillas > 2.0 mm de diámetro.
Sub-subtratamiento	P1. 1.0 mm de profundidad.
Sub-subtratamiento	P2. 2.5 mm de profundidad.
Sub-subtratamiento	P3. 5.0 mm de profundidad.

La ubicación de los tratamientos, subtratamientos y sub-subtratamientos, se sortearon al azar. La distribución, en las bandejas de cada uno de los factores analizados se presenta en la figura 1.

Los resultados obtenidos, esto es el número de plántulas emergidas en cada uno de los tratamientos fue promediado y transformado a porcentaje de plántulas emergidas; siendo sometidos a un análisis de varianza; contemplando corrección

arco seno para los recuentos 5 y 6 (Ostle, 1970). Las diferencias significativas se determinaron con un nivel de confianza 95 y 99%. La identificación de diferencias entre medias se determinó utilizando el test de comparaciones múltiples de Tukey (Li Ching, 1969).

BLOQUE				
Parcelas Principales				
S4	S2	S1	S3	S5
Subparcelas				
S3 C3 C1 C2	S4 C1 C3 C2	S2 C1 C2 C3	S1 C1 C3 C2	S5 C3 C2 C1
Sub-subparcelas				
S1 C3 C1 C2 P1 P2 P3 P2 P3 P1 P3 P1 P2	S2 C1 C2 C3 P3 P1 P3 P2 P3 P1 P1 P2 P2	S5 C1 C2 C3 P2 P2 P3 P1 P3 P1 P3 P1 P2	S4 C1 C3 C2 P3 P2 P1 P1 P3 P2 P2 P1 P3	S3 C3 C2 C1 P2 P3 P1 P3 P1 P2 P1 P2 P3

Figura 1. Fisonomía del diseño de parcelas subdivididas.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 Calidad de semilla.

4.1.1 Calibración de semillas. La figura 2 muestra el porcentaje de participación de los distintos calibres de semillas señalados por unidad de peso. En ella se observa que el mayor valor de participación (56%) corresponde a las semillas de calibre 1.6 - 2.0 mm. Las semillas con calibre 1.0 - 1.6 mm presentan una participación de 41%; en tanto que las semillas de diámetro mayor a 2.0 mm sólo corresponden a un 3% del peso de la muestra. Hoces (1988) en pino oregón y Urrutia (1992) en Eucalyptus globulus, lograron mayor participación porcentual de los calibres intermedios en la composición de la semilla.

Estos resultados coinciden con lo mencionado por Escobar y Peña (1985), Gutiérrez y Arntz (1985), Hoces (1988), Urrutia (1992) y Ramírez (1993), en el sentido de que en semillas de una misma especie y origen, existen individuos con diferentes tamaños, por unidad de peso. De ahí la conveniencia de clasificarlos por calibre antes de efectuar la siembra.

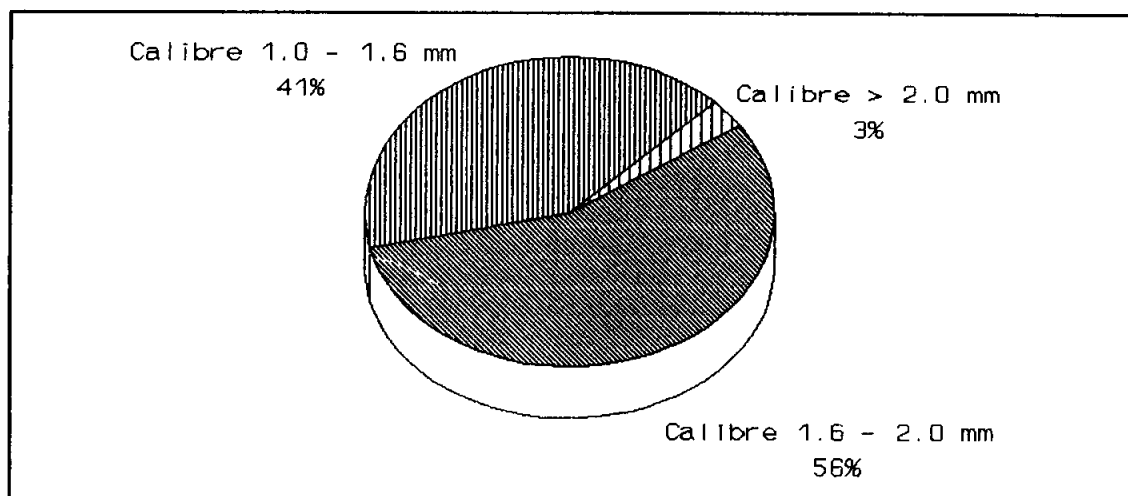


FIG.2. Participación porcentual de diferentes calibres en un kilogramo de semillas limpias.

4.1.2 Peso de 1000 semillas limpias. La tabla 1, muestra el peso promedio de 1000 semillas limpias, el número de semillas limpias por kilogramo para cada calibre y los valores medios de estas variables para el kilogramo de semillas analizadas.

TABLA 1. VALORES MEDIOS DE PESO DE 1000 SEMILLAS, NUMERO DE SEMILLAS LIMPIAS POR KG SEGUN DIAMETRO.

DIAMETRO DE SEMILLAS (mm)	PESO PROMEDIO DE 1000 SEMILLAS LIMPIAS (g)	NUMERO DE SEMILLAS LIMPIAS POR kg
1	2	3
> 2.0	4.76	210.084
1.6 - 2.0	3.03	330.033
1.0 - 1.6	1.94	515.464
<b>MEDIA</b>	<b>3.24</b>	<b>351.860</b>

Del análisis de los valores de la tabla 1 se desprende que el

tamaño de las semillas actúa de manera directa en el peso de ellas e inversamente con la cantidad o número por unidad de peso. Resultado que coincide con lo señalado por Hoces (1988), Urrutia (1992) y Ramírez (1993).

Al analizar el peso de 1000 semillas limpias (columna 2) se aprecia que en los 2 calibres mayores hay una diferencia cercana a los 2.0 g entre cada calibre. Esta diferencia disminuye a 1.0 g cuando se compara el valor de las semillas de calibre intermedio con las más pequeñas (1.6 - 2.0 y 1.0 - 1.6 mm).

4.1.3 Número de semillas limpias por kilogramo. La columna 3 de la tabla 1, muestra que a medida que aumenta el diámetro de la semilla, disminuye el número de estas por unidad de peso. En las semillas > 2.0 mm de diámetro, hay 119.949 unidades menos que en el calibre 1.6 - 2.0 mm, y 305.380 unidades menos que en el calibre 1.0 - 1.6 mm. La magnitud de las diferencias señaladas en una muestra cuyo promedio es de 351.860 semillas por kilogramo, indican de la importancia que tiene el tamaño en la cantidad de estas por unidad de peso.

El número de semillas promedio por kilogramo obtenido en este estudio difiere de las 229.000 a 335.000 semillas por kilogramo que señala F.A.O. (1955), como promedio para la



especie.

Urrutia (1992) señala que Eucalyptus globulus spp, presenta grandes fluctuaciones en el número de semillas por unidad de peso, según procedencia, la que además puede estar influenciada, por la edad de los árboles, posición social y si se trata de árboles aislados o creciendo en cortinas o en bosques. Presentando incluso fluctuaciones importantes en las mismas áreas de cosecha.

4.1.4 Viabilidad. En la figura 3 se presentan los valores promedios de viabilidad para cada calibre de semilla, obtenidas a través del test de corte. En ella se observa que prácticamente todos los calibres alcanzan valores muy similares. El análisis de varianza determinó que no existe diferencia significativa de viabilidad para los distintos calibres.

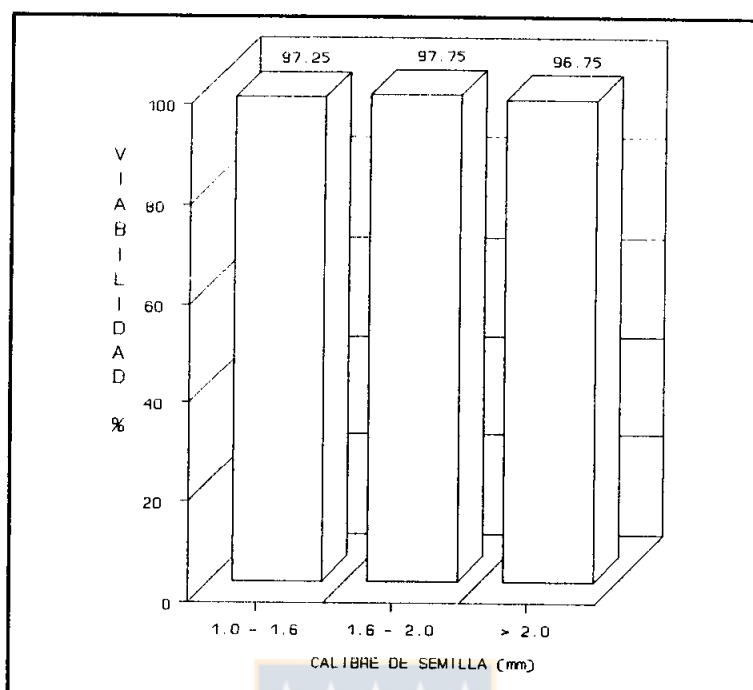


FIG. 3. Viabilidad promedio de los distintos calibres de semillas, en términos porcentuales.

Este resultado no coincide con las observaciones empíricas de los viveristas de los principales centros productores de plantas del país, en el sentido que semillas de calibre intermedio serían más viables que las de tamaño extremo (Escobar, 1988, citado por Hoces, 1988).

4.1.5 Capacidad y energía germinativa. En la tabla 2, se presentan los valores de capacidad, energía germinativa y viabilidad para semillas sin pretratamiento, observándose que no hay efecto de calibre en capacidad germinativa pero si en energía. Las diferencias entre los valores de viabilidad, con

los de capacidad y energía germinativa son indicadores del grado de latencia o dormancia que tiene la semilla. De acuerdo con ello, la mayor latencia, en este caso, la presentan las semillas intermedias (1.6 - 2.0 mm) seguidas de las mayores a 2.0 mm.

Respecto a capacidad germinativa, las semillas de mayor tamaño logran un 9 y 2% más de germinación, que las medianas (1.6 - 2.0 mm) y las menores (1.0 - 1.6 mm), respectivamente; sin embargo las diferencias señaladas no son significativas.

TABLA 2. VIABILIDAD, CAPACIDAD Y ENERGIA GERMINATIVA DE SEMILLAS SIN PRETRATAMIENTO SEGUN CALIBRE.

CALIBRE DE SEMILLA (mm)	VIABILIDAD (%)	CAPACIDAD GERMINATIVA (%) (1)	ENERGIA GERMINATIVA (%) (2)
> 2.0	97.25 (NS)	83.00 (NS)	55.00 (* )
1.6 - 2.0	97.75 (NS)	75.50 (NS)	48.00 (**)
1.0 - 1.6	96.75 (NS)	81.25 (NS)	70.00
MEDIA	97.25	79.92	57.67

\* : significativa

\*\* : altamente Significativa

NS : no significativa

Base: 400 semillas por calibre

Al analizar la energía germinativa, el comportamiento es distinto al de la capacidad germinativa, las diferencias entre los distintos tamaños de semillas son significativas a los niveles probados. El test de Tukey señala que estas

diferencias se producen cuando se comparan las medias de las semillas de menor tamaño con las de 1.6 - 2.0 mm y mayores a 2.0 mm. Logrando las semillas de menor tamaño un 46 y 27% más de germinación, que las intermedias (1.6 - 2.0 mm) y las mayores a 2.0 mm respectivamente.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Urrutia (1992), con semillas de Eucalyptus globulus, cosechada en la novena región del país; en el sentido que los mayores valores de capacidad y energía germinativa se obtienen en las semillas de calibres extremos.

El comportamiento de cada tipo de semilla, se presenta en las figuras 4, 5 y 6; en ellas se aprecia que las semillas no tienen latencia, presentando una curva de germinación exponencial. Las curvas muestran aumentos crecientes hasta el momento en que se produce el máximo valor de germinación (energía germinativa); a partir de ese momento las pendientes tienden gradualmente a cero.

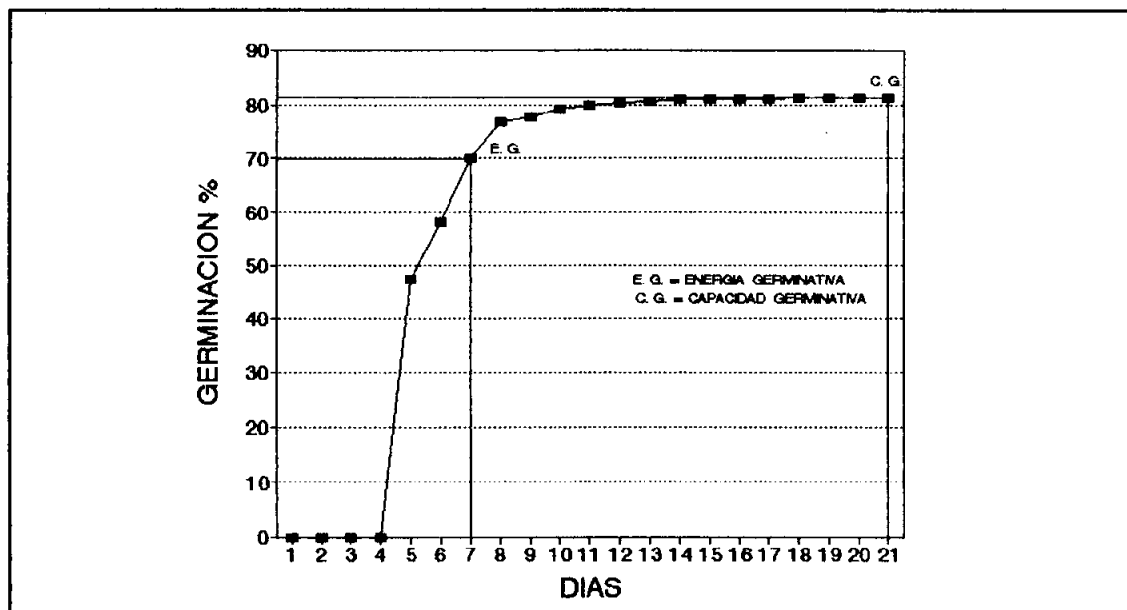


FIG. 4. Comportamiento de la germinación para calibre 1.0 - 1.6 mm.

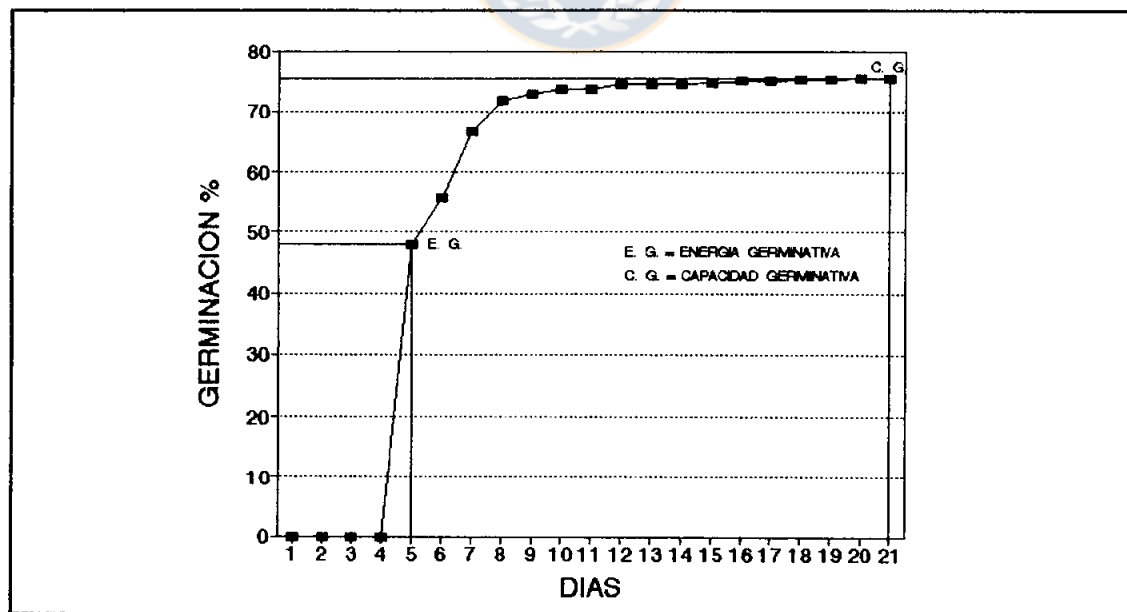


FIG. 5. Comportamiento de la germinación para calibre 1.6 - 2.0 mm.

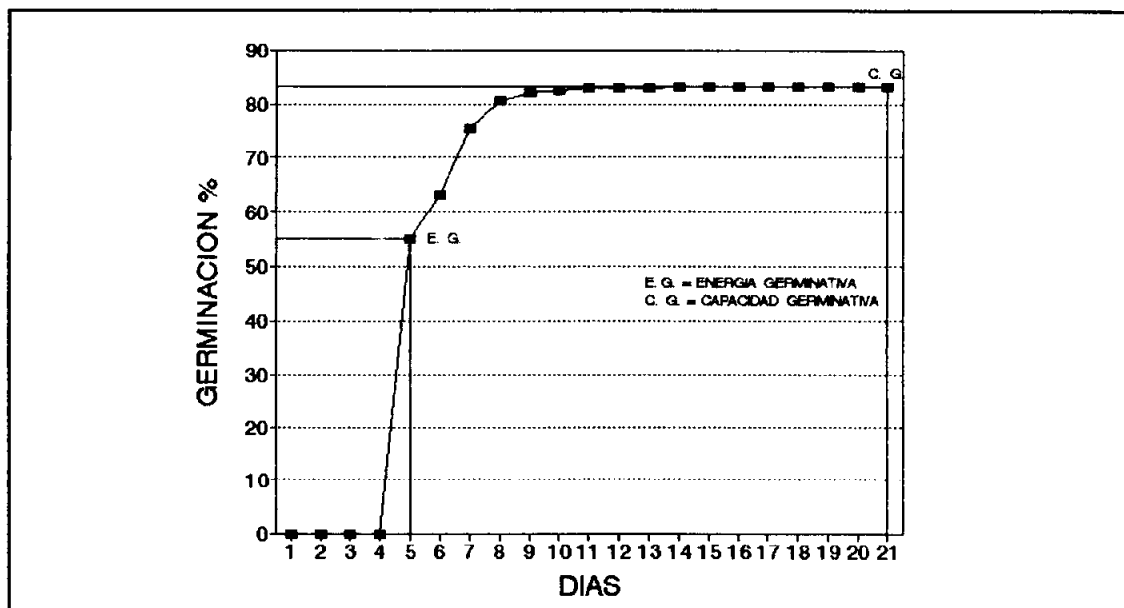


FIG. 6. Comportamiento de la germinación para calibre > 2.0 mm.

#### 4.2 Emergencia.

##### 4.2.1 Comportamiento de la emergencia promedio acumulativa.

Para esta etapa del ensayo; se entenderá como emergencia, el momento en que, el epicótilo se eleva sobre la superficie del suelo, producto de la elongación del hipocótilo.

La figura 7, muestra el comportamiento de la emergencia acumulativa promedio, desde que comenzó la emergencia de plantas a las 67 hr después de realizada la siembra, hasta el término del ensayo. La curva muestra que la emergencia de plantas presenta un aumento acelerado, con incrementos

crecientes en el período comprendido entre las 67 y 127 hr después de efectuada la siembra, luego la curva cambia de pendiente presentando siempre tasas de crecimiento inferiores a las comprendidas en el período anterior (apéndice 2).

El punto de quiebre del comportamiento rectilíneo corresponde a un valor de 55.27% de emergencia (127 hr), que coincide con el valor máximo de Czabator (1962), indicando ello, que en ese momento se produce la mayor tasa de emergencia durante el ensayo.

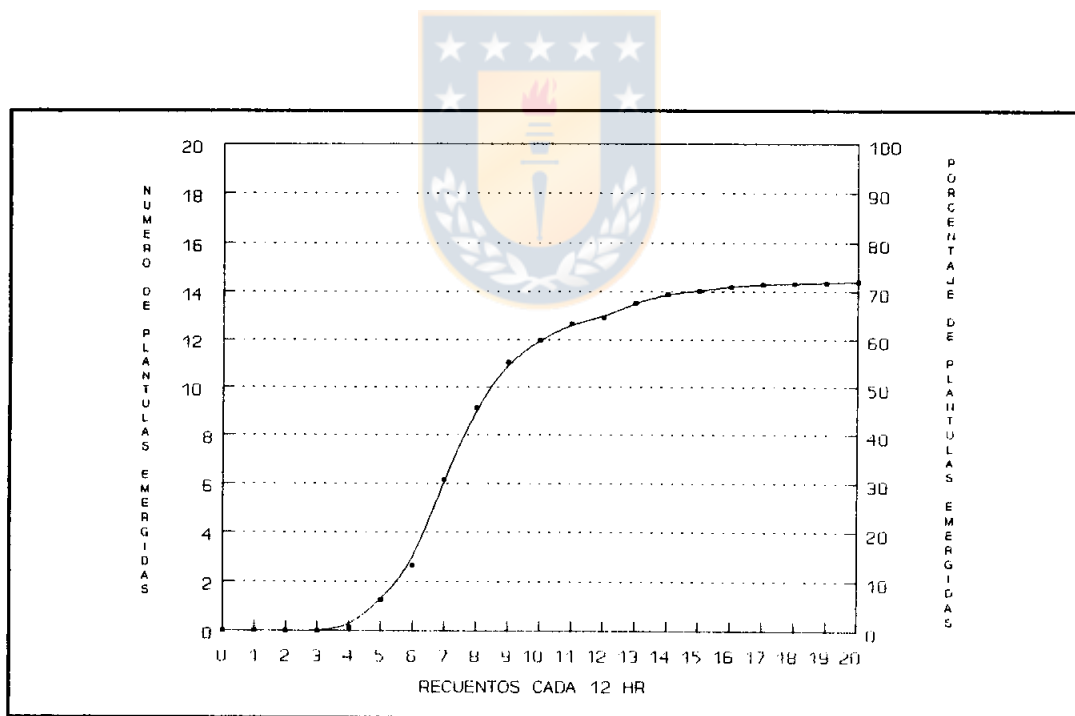


FIG. 7. Emergencia promedio general de plántulas, en valores absolutos y porcentuales.

Si los resultados obtenidos se presentasen sólo para el último

día de control, se pueden apreciar efectos significativos y altamente significativos para los factores Tipo de sustrato, Tamaño de semilla y Profundidad de siembra; enmascarándose con ello una serie de situaciones que ocurren y que quedan de manifiesto cuando se analizan los datos para cada recuento realizado a intervalos de doce horas, desde el comienzo de la emergencia, hasta el término del ensayo.

El comportamiento de la emergencia después de las 127 hr de efectuada la siembra se puede explicar por un retardo en el proceso de germinación de semillas sembradas más profundamente, de menor calibre o problemas sanitarios de la semilla.

Por esta razón, el análisis del comportamiento de la emergencia se analizará para cada factor en forma individual y para las interacciones cuando éstas ocurran; contemplando el período comprendido entre las 79 a 139 horas después de efectuada la siembra, período en el cual el comportamiento de la emergencia es atribuible a los factores bajo estudio; ya que, la emergencia en los distintos sustratos tiende a igualarse a medida que transcurre el tiempo.

La tabla 3, muestra un resumen de los niveles de significación obtenidos en el análisis de varianza para cada factor individual y la interacción de estos, durante todo el período



de control.

TABLA 3. RESUMEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS PARA LOS DISTINTOS FACTORES Y SUS INTERACCIONES PARA CADA RECuento.

FACTOR	RECuentOS															
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S	**	**	**	**	**	**	**	*	**	**	**	*	*	*	*	*
C	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
P	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
SxC	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
SxP		*	**	**	*	**	*	*	**							
CxP																
SxCxP								**	**	**	*	*	*	*	*	*

S = TIPO DE SUSTRATO                      C = CALIBRE DE SEMILLA;  
 P = PROFUNDIDAD DE SIEMBRA            \* = SIGNIFICATIVAS (P < 0.05)  
 \*\* = ALTAMENTE SIGNIFICATIVAS (P < 0.01)

4.2.2 Efecto del tipo de sustrato en la emergencia. La tabla 3 muestra que el factor tipo de sustrato (S) presenta efectos altamente significativos desde el recuento 5 al 10 inclusive, este fenómeno se puede explicar por la rápida emergencia de plántulas que ocurre en los sustratos franco arenoso y compost de corteza de pino. A partir del recuento 9, el sustrato franco limoso iguala a los dos sustratos anteriores; no existiendo diferencia significativa entre estos sustratos hasta el término del ensayo.

Para el período que va desde el recuento 5 al 8, no existe diferencia significativa, entre los sustratos capotillo de arroz y franco limoso, presentando una velocidad de emergencia

muy similar.

A partir del recuento 15, la diferencia significativa está dada por la diferencia en el número de plantas emergidas entre capotillo de arroz y los sustratos restantes; ya que al analizar los efectos simples del factor sustrato, no existe diferencia significativa entre las texturas franco arenosa, franco limosa, franco arcillosa y compost de corteza de pino.

En la figura 8 se muestra en forma gráfica el efecto del tipo de sustrato en la emergencia de plántulas, expresada en valores medios absolutos y porcentuales.

Las cinco curvas presentan un comportamiento diferente en el tiempo, pero coinciden en un aumento acelerado de la emergencia hasta el octavo recuento (115 hr), luego cambian a un comportamiento más pausado que se conservará hasta el último control.

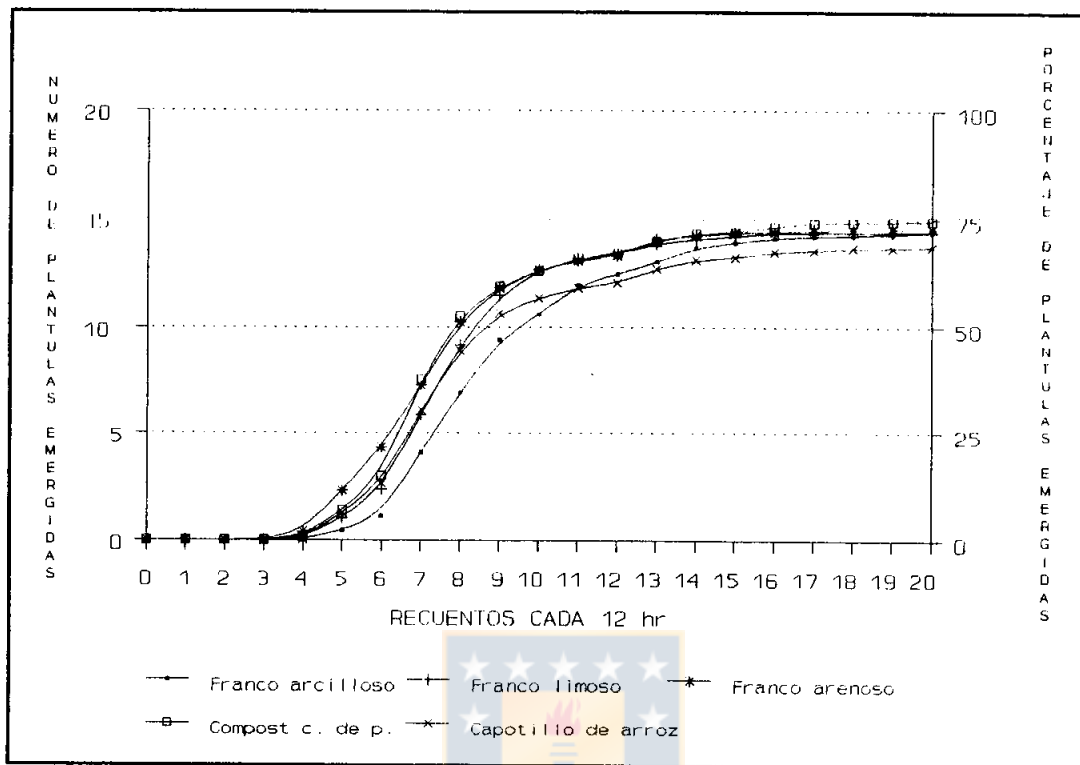


FIG. 8. Efecto del tipo de sustrato en la emergencia promedio de plántulas medida cada 12 hr.

En la tabla 4 se presentan los valores promedio de emergencia de plántulas en valores absolutos y porcentuales para cada textura de suelo, para el recuento 10.

Los sustratos franco arenoso, franco limoso y compost de corteza de pino, logran una emergencia promedio de plántulas al recuento diez de 63,33%. Mientras que, los sustratos capotillo de arroz y franco arcilloso, logran una emergencia de plántulas de un 56,81 y 52,92%, respectivamente.

TABLA 4. EFECTO DEL TIPO DE SUSTRATO EN EL NUMERO DE PLANTAS EMERGIDAS AL RECUESTO 10, EN VALORES ABSOLUTOS Y PORCENTAJE.

	TIPO DE SUSTRATO				
	FCO. ARCILLOSA	FCO. LIMOSA	FCO. ARENOSA	COMPOST DE PINO	C. CAPOTILLO DE ARROZ
Nº PLANTAS EMERGIDAS	10.58	12.66	12.69	12.64	11.36
PORCENTAJE PLANTAS EMERGIDAS	52.92	63.33	63.47	63.19	56.81

Base: 20 plántulas por sub-subtratamiento.

La rápida emergencia que ocurre en el sustrato franco arenoso y posteriormente en el sustrato compost de corteza de pino es atribuible a la mayor aireación, que presentan estos sustratos, favoreciendo el proceso de germinación. Además, al presentar estos sustratos una baja consistencia y estructura granular simple, ejercen una menor resistencia a la emergencia de plántulas.

El retraso en la emergencia de plántulas en el sustrato franco limoso, es atribuible a una menor aireación, para la semilla durante el proceso de germinación y a un aumento gradual en la consistencia del sustrato, dado por la presencia de arcilla; esto se manifiesta con mayor fuerza en el sustrato franco arcilloso, explicando el mayor retraso de la emergencia de plántulas.

Si bien, el sustrato capotillo de arroz, presento un comportamiento muy similar al sustrato franco limoso, durante los recuentos 5 a 8; la respuesta negativa, a partir del recuento 9, es atribuible a un exceso de humedad en el sustrato; disminuyendo el intercambio gaseoso y sometiendo a la semilla a condiciones desfavorables.

4.2.3 Efecto del calibre de semilla. Como lo muestra la tabla 3, el factor calibre de semilla presenta efectos significativos para los recuentos quinto y sexto; luego presenta efectos altamente significativos hasta el término del período de control.

La figura 9, muestra que durante todo el ensayo la semilla de calibre mayor a 2.0 mm, produce una mayor emergencia de plántulas, mientras que en los calibres 1.0 - 1.6 y 1.6 - 2.0 mm, la emergencia es muy similar hasta el décimo recuento. A partir de este recuento, las semillas de calibre intermedio (1.6 - 2.0 mm) comienzan a ser superadas por las semillas de menor tamaño (1.0 - 1.6 mm), estas últimas tienden a igualarse con las de mayor calibre al final del período de control.

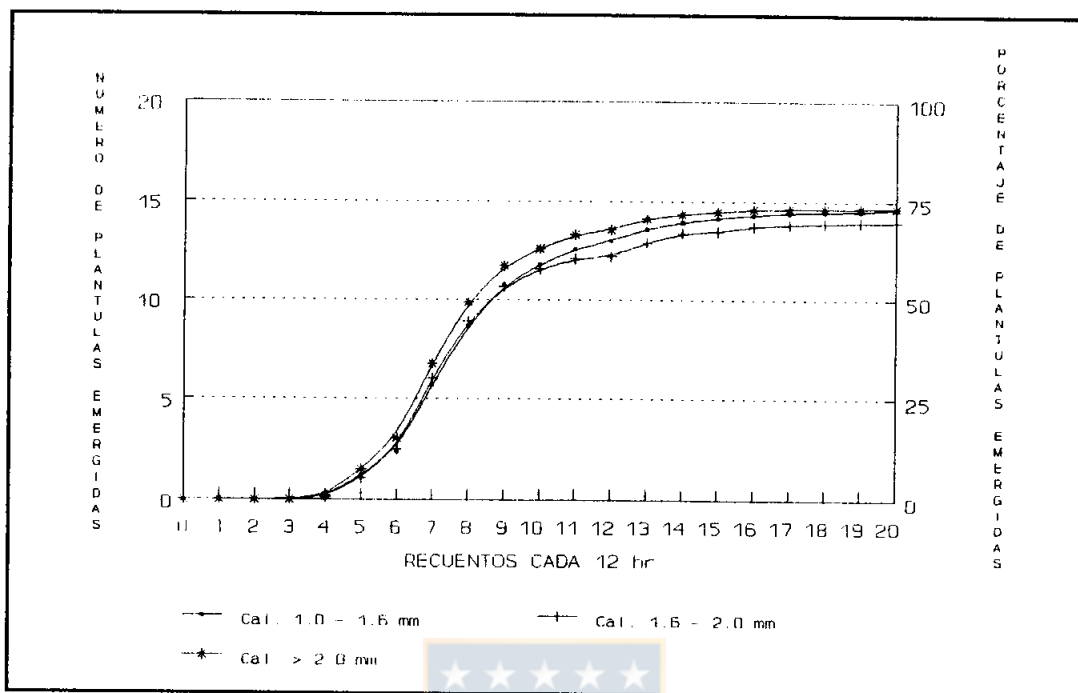


FIG. 9. Efecto del calibre de semilla en la emergencia promedio de plántulas medida cada 12 hr.

Esto concuerda con los resultados del ensayo de germinación donde las mejores respuestas se obtuvieron en los calibres extremos (1.0 - 1.6 y > 2.0 mm), mientras que el calibre intermedio (1.6 - 2.0 mm) obtuvo una menor germinación, tal como se muestra en la tabla 1.

La tabla 5, muestra que al décimo recuento, las semillas de mayor tamaño logran un 8,2% más de emergencia que las de calibre intermedio (1.6 - 2.0 mm) y sólo un 6,3% más que las semillas de calibre menor; en tanto que las semillas de 1.6 - 2.0 mm de tamaño, logran un 2% menos que las semillas más

pequeñas (1.0 - 1.6 mm).

TABLA 5. EFECTO DEL CALIBRE DE SEMILLA EN LA EMERGENCIA DE PLANTULAS AL DECIMO RECuento, EN VALORES ABSOLUTOS.

	CALIBRE DE SEMILLA (mm)			
	> 2.0	2.0 - 1.6	1.6 - 1.0	MEDIA
Nº DE PLANTAS EMERGIDAS	12.60	11.56	11.80	11.97

Base: 20 plantas por sub-subtratamiento

La tabla 6 muestra un resumen de los resultados obtenidos. Al analizar los efectos simples del factor calibre de semilla (C), para cada sustrato en particular, el suelo franco arcilloso no presenta diferencias significativas entre los distintos calibres, hasta las 127 hr de efectuada la siembra. Posteriormente, existe un efecto altamente significativo hasta el final del ensayo. El sustrato franco limoso presenta diferencia altamente significativa en el transcurso del ensayo, con excepción de los recuentos 13, 17 y 20 que presentan diferencia significativa y los recuentos 5, 6 y 12 sin diferencia significativa. El suelo franco arenoso presenta efectos altamente significativos desde el inicio de la emergencia. El sustrato capotillo de arroz presenta diferencias altamente significativas desde el recuento 6 al

17 y significativas para los recuentos 18, 19 y 20. Mientras que el sustrato compost de corteza de pino presenta diferencias altamente significativas sólo para los recuentos 6, 7 y 8, y significativas para los recuentos 9, 10, y 11, luego no existe diferencia significativa entre los distintos tamaños de semilla.

TABLA 6. ANALISIS EFECTOS SIMPLES PARA EL FACTOR CALIBRE DE SEMILLA PARA LOS DISTINTOS SUSTRATOS.

TIPO DE SUSTRATO	RECuento																			
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
FCO. ARC.	-	-	-	-	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**				
FCO. LIM.	-	-	**	**	**	**	**	-	*	**	**	**	*	**	**	*				
FCO. ARE.	**	**	**	*	-	-	*	**	**	**	**	**	**	**	*	*				
COMP. C.P.	-	**	**	**	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
CAP. ARROZ	-	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	*	*				

\* = Significativas ( $P < 0.01$ )

\*\* = Altamente significativas ( $P < 0.01$ )

- = Sin diferencia significativa

Esto se puede deber a que cada calibre presentó un comportamiento distinto en cada sustrato; a excepción del compost de corteza de pino, en el cual durante todo el período de control resultó ser mejor el calibre mayor, seguido del calibre intermedio y luego el menor.



4.2.4 Efecto profundidad de siembra. A diferencia de los dos factores anteriores, la profundidad de siembra (P), tiene un efecto altamente significativo desde las 91.5 hr (recuento 6) de efectuada la siembra, hasta el término del ensayo (tabla 3).

La figura 10 muestra que este factor es altamente decisivo en el inicio de la emergencia de las plántulas, manteniéndose su efecto durante todo el período de control.

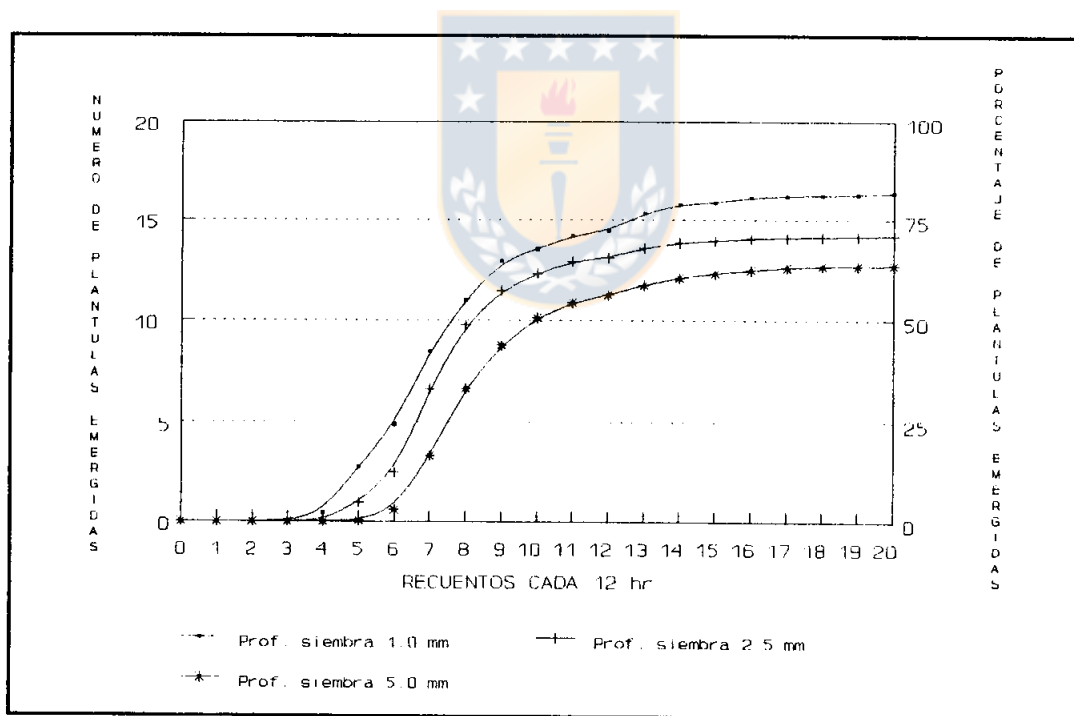


FIG. 10. Efecto de la profundidad de siembra en la emergencia promedio de plántulas medida cada 12 hr.

Esto se explica porque, a menor profundidad de siembra, cuando

los sustratos disponen de una adecuada cantidad de humedad, las semillas encuentran una menor resistencia a la emergencia (Hoces, 1988).

De la figura 10, se desprende que en la medida que la siembra es más superficial, la emergencia plántulas es mayor y más rápida. Lo anterior, coincide con investigaciones realizadas por numerosos investigadores para otras especies, entre los que se pueden citar a Escobar y Peña (1985), Ordoñez (1987), Hoces (1988), Hartmann y Kester (1992).

Si los resultados de este estudio se proyectarán a escala operacional, se podría recomendar el empleo una profundidad de siembra de 2.5 mm para la especie. Con ello se evitaría el cuidado excesivo en riego y control de malezas que demandan las siembras superficiales y, por otra parte, el retraso en la emergencia y peligro de agentes patógenos en siembras más profundas.

4.2.5 Interacción tipo de sustrato - calibre de semilla. Tal como lo muestra la tabla 3, esta interacción tiene efectos altamente significativos, desde las 91 hr de efectuada la siembra hasta el término del ensayo.

La tabla 7 muestra que en los sustratos franco arcilloso,

franco arenoso y capotillo de arroz, los mejores resultados lo obtienen las semillas de calibre extremos (1.0 - 1.6 mm y > 2.0 mm); en el sustrato franco limoso, la semilla de calibre intermedio (1.6 - 2.0 mm) presenta la mayor emergencia, seguida por la semilla de calibre mayor y luego la de menor calibre. En tanto que, en el sustrato compost de corteza de pino, los mejores resultados se registran en las semillas de mayor a menor calibre.

TABLA 7. EFECTO DE LA INTERACCION TIPO DE SUSTRATO Y CALIBRE DE SEMILLA EN EL PORCENTAJE DE PLANTAS EMERGIDAS EN LOS DISTINTOS SUSTRATOS AL RECUESTO DIEZ.

TIPO DE SUSTRATO	CALIBRE DE SEMILLA (mm)			MEDIA
	1.0 - 1.6	1.6 - 2.0	> 2.0	
FCO. ARCILLOSO	56.25	46.25	56.25	52.92
FCO. LIMOSO	57.92	69.58	62.50	63.33
FCO. ARENOSO	62.92	60.83	66.67	63.47
COMPOST C. PINO	60.00	62.50	67.08	63.19
CAPOTILLO DE ARROZ	57.92	50.00	62.50	56.81
MEDIA	59.00	57.83	63.00	59.94

Base: 60 plántulas por subtratamiento

#### 4.2.6 Interacción tipo de sustrato - profundidad de siembra.

Como lo muestra la tabla 3 esta interacción tiene efectos altamente significativos para los recuentos 7, 8, 10, y 13 respectivamente y, significativos para los recuentos 6, 9, 11 y 12, luego no logra significancia estadística a los niveles probados.

La tabla 8, muestra que para los distintos tipos de sustrato, la emergencia aumenta en la medida que la siembra es más superficial, y que la emergencia es mayor para las distintas profundidades de siembra en los sustratos franco arenoso, franco limoso, compost de corteza de pino, capotillo de arroz y franco arenoso respectivamente.

TABLA 8. EFECTO DE LA INTERACCION TIPO DE SUSTRATO Y PROFUNDIDAD DE SIEMBRA EN EL PORCENTAJE DE PLANTAS EMERGIDAS EN LOS DISTINTOS SUSTRATOS AL RECUESTO DIEZ.

TIPO DE SUSTRATO	PROFUNDIDAD DE SIEMBRA (mm)			MEDIA
	1.0	2.5	5.0	
FCO. ARCILLOSO	61.67	56.67	40.41	52.92
FCO. LIMOSO	71.25	62.50	56.25	63.33
FCO. ARENOSO	73.33	67.08	50.00	63.47
COMPOST C. PINO	68.33	62.50	58.76	63.20
CAPOTILLO ARROZ	63.75	58.75	47.92	56.81
MEDIA	67.67	61.50	50.67	59.95

Base: 20 plantas por sub-subtratamiento.

4.2.7 Interacción tipo de sustrato - calibre de semilla - profundidad de siembra. Esta interacción se produce por un aumento de la emergencia de plántulas, en el sustrato franco arcilloso a partir del recuento 12, superando al sustrato capotillo de arroz; desapareciendo esta interacción posteriormente. Fenómeno que se ve reflejado en la figura 8.

## V. CONCLUSIONES

- 1.- Semillas de Eucalyptus globulus spp de una misma procedencia tienen diferente tamaño.
- 2.- El tamaño de la semilla, afecta significativamente la energía germinativa, siendo mayor en las de menor tamaño.
- 3.- La emergencia tuvo distinto comportamiento en los diferentes medios de crecimiento. La velocidad de emergencia es menor en suelo franco arcilloso y mayor en suelo franco arenoso. La mayor emergencia se obtuvo en compost de corteza de pino (74,6%), los valores intermedios de emergencia se produjeron en los sustratos franco arenoso, limoso y arcilloso (72,8, 72,2 y 72,1 respectivamente). La menor emergencia se obtuvo en capotillo de arroz (68,6%).
- 4.- Los distintos tamaños de semilla presentan diferente comportamiento durante la emergencia.
- 5.- La profundidad de siembra, presenta un efecto altamente significativo en la emergencia. Semillas sembradas más superficialmente (1 mm) tienen mayor y más rápida emer-

gencia que las sembradas a mayor profundidad ( $> 1$  mm).

- 6.- En cuanto a la interacción tipo de sustrato - tamaño de semilla, las semillas de mayor calibre sembradas en sustrato de mayor granulometría emergen más rápidamente (con efecto significativo desde 91,5 hr de realizada la siembra hasta el final del ensayo).
- 7.- La interacción tipo de sustrato-profundidad de siembra tiene efecto significativo durante la emergencia, desde las 91,5 hr de realizada la siembra hasta 175,0 hr después de efectuada ésta, lo que explica el hecho que semillas sembradas más superficialmente en sustratos más gruesos emerjan más rápidamente.
- 8.- No se encontró interacción entre los factores tamaño de semilla y profundidad de siembra en la emergencia.
- 9.- La interacción tipo de sustrato - tamaño de semilla - profundidad de siembra, tiene efecto significativo en la emergencia (desde las 163,5 a 240,5 hr de efectuada la siembra). Semillas de mayor calibre sembradas más superficialmente en sustratos más gruesos, emergen más rápidamente.

## VI. RESUMEN

A un kilogramo de semillas de Eucalyptus globulus spp, cosechada en el Fundo Los Sauces, IX Región, se le determinó los distintos calibres o tamaño de semillas que lo componen y la participación de cada uno de ellos en el peso; sus principales características físicas y fisiológicas.

Utilizando un diseño factorial en parcelas subdivididas, se estudió el efecto del tipo de sustrato, tamaño de semilla y profundidad de siembra en la velocidad de emergencia de plántulas de Eucalyptus globulus spp, bajo temperatura constante.

Diez días después de realizada la siembra, hay efectos significativos del tipo de sustrato y altamente significativo del tamaño de semilla. La profundidad de siembra muestra efectos altamente significativos durante todo el estudio, al igual que la interacción tipo de sustrato-tamaño de semilla. La interacción tipo de sustrato-profundidad de siembra, mostró efectos significativos sólo hasta siete días después de efectuada la siembra. La interacción tipo de sustrato-tamaño de semilla-profundidad tiene efectos significativos en el proceso de emergencia sólo durante 4 días (sexto al décimo).

## SUMMARY

Different seed caliper or size, and the mayor physical and physiological characteristics were determined for one kilogram of Eucalyptus globulus spp seeds proceeding from the fundo Los Sauces, IX región. Furthermore, it was determined the participation of the caliper or size of the seeds in the weight.

Using a factorial arragement in split split plots, it were studied - under constant temperature - the effect of the growing medium type, seed size and sowing deep in the emergency speed of the Eucalyptus globulus spp seedlings.

Ten days after the sowing, growing medium type and seed size shown significative and highly significative effects respectively. Sowing deep shown highly significative effect all over the time of the study so as growing medium type - seed size interaction. Only till seven days after sowing, growing medium type - sowing deep interaction shown significative effect. And during the emergency period, growing medium type - seed size interaction shown significative effect just for four days (since the day number six up to ten).



## VII. BIBLIOGRAFIA

1. Bidwell, R. G. S. 1993. Fisiología vegetal. A. G. T. Editor. México.
2. Black, C. A. 1975. Relaciones suelo-planta. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
3. Brady, N. C. 1990. The nature and properties of soils. Prentice Hall. New Jersey, U.S.
4. Cabrera, R. 1995. Influencia del tamaño inicial de partículas en el proceso de compostación de corteza de Pinus radiata (D. Don). Tesis de Grado Universidad de Concepción, Fac. de Cs. For. Depto. de Silv. Concepción, Chile.
5. Czabator, J. L. 1962. Germinación valeu: An index combining speed and completeness of pine seed germination. For. Sci. 8: 386-396.
6. Daniel, T. W., U. E. Helms, F. S. Baker. 1982. Principios de silvicultura. Mc Graw-Hill. México.
7. Devlin, Z. C., A. Cabello L. 1980. Fisiología vegetal. Omega. Barcelona, España.
8. Escobar, R. R., E. Peña F. 1985. Efecto del tamaño de la semilla en la velocidad de emergencia y tamaño final de las plantas de Pino radiata. En: B. Olivares P., E. Morales V. (Ed.) Pinus radiata. Investigación en Chile. 24-26 Octubre. pp. 98-104. Universidad Austral de Chile. Fac. de Cs. For. Valdivia, Chile.

9. Escobar, R. R. 1987. Efecto de la profundidad de siembra y calibre de semilla de pino radiata en la velocidad de emergencia y atributos morfológicos de las plantas. (Informe de resultados) Universidad de Concepción, Fac. de Cs. Agr. y For. Depto. de Cs. For. Forestal Río Vergara S.A. Chillán, Chile.
10. Escobar, R. R. 1994. La planta ideal: En Mininco y Fundación Chile, Actas de V. Silvotecnia. Concepción, Chile.
11. F.A.O. 1955. Tree seed notes. March. Roma, Italia.
12. F.A.O. 1961. Catálogo de semillas forestales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
13. F.A.O. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. colección FAO Montes N°20/2. Roma, Italia.
14. Gutiérrez, M. J., J. Arntz O. 1985. Algunos antecedentes sobre la producción de plántulas de Pino insigne. En: B. Olivares P., E. Morales V. (Ed.) Pinus radiata. Investigación en Chile. 24-26 de Octubre. pp. 35-55. Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. For. Valdivia, Chile.
15. Hall, A. D. 1950. Estudio científico del suelo, una introducción al estudio del crecimiento de las cosechas. Ediciones Aguilar S.A. Madrid, España.

16. Hartmann, H. T. , D. E. Kester. 1992. Propagación de plantas. Editorial Continental. México.
17. Hoces, C. A. 1988. Efecto de la textura de suelo, tamaño de semilla y profundidad de siembra en la emergencia de semillas de pino oregón Pseudotsuga menziesii Mirb. Franco. Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Fac. Cs. Agr., Vet. y For. Chillán, Chile.
18. Huger, J. A. W. 1968. La importancia de la temperatura y humedad en diferentes suelos para la germinación de Pinus radiata (D. Don). Tesis de Grado. Universidad Austral de Chile, Fac. Cs. For. Valdivia, Chile.
19. Landis, T. D. 1990. Containers and growing media, Vol. 2, The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 41-85.
20. Lema, G. A. M. 1987. Epoca de siembra y efecto de semisombra en la producción de plantas de Eucaliptus globulus Labill ssp globulus 1:0 a raíz desnuda. Tesis de Grado. Universidad de concepción. Fac. Cs. Agr. y For. Depto. Cs. For. Chillán, Chile.
21. Li Ching, C. 1969. Introducción a la estadística experimental. Omega. Barcelona, España.
22. Little, M. T., F. J. Hills. 1978. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trillas. México.

23. Lovelace, W., Kuczmarski, D. 1992. The use of composted rice hulls in rooting and potting media. Combined Proceedings International Plant Propagators Society, Volume 42. Forrest Keeling Nursery, Hwy 79 South, Elsberry, Missouri, U.S.
24. Mella, L. A., A. Kuhne G. 1985. Sistemática y descripción de las familias, asociaciones y series de suelos derivados de materiales piroplásticos de la zona Central-Sur de Chile. En: Tosso Torres, Juan, Ed. Suelos volcánicos de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.
25. Ordoñez, M., M. J. 1987. Efecto del diámetro de las semillas de Pinus radiata (D. Don) sobre la producción de biomasa en plántulas de 10 meses. En: Simposio sobre silvicultura y mejoramiento genético de especies forestales. Tomo 4. Centro de Investigación y Experiencias Forestales. Buenos Aires, Argentina.
26. Ostle, B. 1970. Bioestadística. Editorial Limusa. México.
27. Russell, E. J. 1954. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Ediciones Aguilar S.A. Madrid, España.
28. Sivori, E. M., R. E. Montaldi., H. O. Caso. 1986. Fisiología vegetal. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina.

29. Ramírez, S. C. 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. var. obliqua). Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Fac. Cs. For. Depto. Silv. Chillán, Chile.
30. Urrutia, T. E. R. 1992. Caracterización y comportamiento en vivero de tres procedencias de semillas de Eucaliptus globulus Labill ssp. globulus cosechadas en Chile. Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Fac. Cs. For. Chillán, Chile.





## VIII APENDICE



**Apéndice 1. Formulario para control ensayo de germinación y emergencia de plántulas.**







Apéndice 2. Equivalencia de un recuento, respecto al tiempo transcurrido en horas.

**TABLA 1 A. TABLA DE EQUIVALENCIA DE UN RECUENTO, RESPECTO AL TIEMPO TRANSCURRIDO EN HORAS Y PROMEDIO GENERAL DE PLANTULAS EMERGIDAS EN VALOR ABSOLUTO.**

<b>RECUENTO N°</b>	<b>TIEMPO (hr)</b>	<b>EMERGENCIA PROMEDIO GENERAL DE PLANTULAS</b>
1	31.5	0.00
2	43.5	0.00
3	55.5	0.00
4	67.5	0.13
5	79.5	1.27
6	91.5	2.67
7	103.5	6.16
8	115.5	9.15
9	127.5	11.05
10	139.5	11.99
11	151.5	12.67
12	163.5	12.94
13	175.5	13.55
14	187.5	13.96
15	192.5	14.04
16	204.5	14.22
17	216.5	14.30
18	228.5	14.34
19	240.5	14.37
20	252.5	14.41



**Apéndice 3. Características físicas, clasificación taxonómica, según Séptima Aproximación y textura de cada serie de suelo utilizada.**

**TABLA 2 A. CLASIFICACION SEGUN LA SEPTIMA APROXIMACION Y CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS SERIES DE SUELO (1).**

SUBGRUPO	FAMILIA	SERIE	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA USDA	D.A. g/cm3	CAPACIDAD RETENCION DE AGUA		HUMEDAD APROV.
								C.C. (%H <sub>2</sub> O)	P.P.M. (%H <sub>2</sub> O)	
Dystric Xeroceptum	Arenales	Sta. Teresa	84,8	10,4	4,8	Franco arenosa	1,34	7,32	3,63	3,68
Typic Dystrandept	Arrayán	Diguillín	41,0	33,0	26,0	Franco	0,85	48,00	22,00	26,00
Typic Dystrandept	Sta. Bárbara	Sta. Bárbara	33,3	53,4	13,3	Franco limosa	0,60	59,00	38,00	21,00



(1) Fuente: Facultad de Agronomía, Departamento de Suelos, Universidad de Concepción.

**TABLA 3A. MATERIAL GENERADOR, UBICACION GEOGRAFICA Y DESCRIPCION MODAL PRIMEROS 20 cm, DE CADA SERIE DE SUELO.**

SERIE	MATERIAL GENERADOR	UBICACION GEOGRAFICA	DESCRIPCION MODAL PRIMEROS 20 cm
Santa Teresa	Suelo reciente derivado de arenas volcánicas de tipo andesítico-basáltico, estratificadas (2).	Se encuentra ubicado en la Depresión Intermedia en la Hoya Hidrográfica del río Bío-Bío y dentro del cono aluvial del río Laja (2).	Negro (10 YR) en húmedo, textura franco arenosa; no plástico y no adhesivo; friable en húmedo, estructura de grano simple. Raíces finas, abundantes. Límite lineal, abrupto (1)
Diguillín	Suelo derivado de cenizas volcánicas modernas (2).	Se ubica en la parte central de la Depresión Intermedia, desde la VII a la VIII Región, en posición de terraza remanente plana a moderadamente ondulada (2).	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo y pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco. Textura franca, plástica y adhesivo; friable en húmedo y blando en seco, estructura granular fina y media (1).
Santa Bárbara	Suelo derivado de cenizas volcánicas modernas, presentan perfiles profundos (2).	Ocupa una extensión a lo largo de la Cordillera de Los Andes desde la VII a VIII Región, en forma casi ininterrumpida por más de 300 Km y a una altura entre los 400 y 1100 m.s.n.m. y en posición de lomajes y cerros con pendientes complejas (2).	Pardo oscuro (10YR 3/4) en húmedo y pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en seco; textura franco limosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; muy friable en húmedo y blando en seco; estructura de bloques subangulares gruesos, débiles y granular fina (1).

(1) Fuente: Facultad de Agronomía, Departamento de Suelos, Universidad de Concepción.

(2) Fuente: Mella y Kuhne, 1985.



**Apéndice 4. Características físicas de los sustratos orgánicos.**

Sustratos orgánicos.

Compost de corteza de pino.

Este es un sustrato originado a partir de corteza de Pino, la cual es sometida a un proceso de compostaje; el cual consiste en una descomposición incompleta artificialmente acelerada de materia orgánica heterogénea, mediante una mezcla de población microbiana en un ambiente aeróbico-húmedo-templado (Crawford, 1983; citado por Cabrera, 1995). Landis (1990), señala que este sustrato posee una capacidad de retención de agua del 15% y un porcentaje de aireación de 54,7% (base peso seco).

Corteza de arroz (capotillo).

La corteza de arroz es la vaina del grano del cereal y es un desecho del proceso de producción del mismo. La cual es apilada y sometida a un proceso de descomposición durante un período de 18 meses, quedando disponible para ser utilizada como sustrato. Lovelace y Kuczmariski (1992), señalan que este sustrato posee una porosidad de un 30% y una capacidad de retención de agua, cercana a un 56% (base peso seco).