

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

Departamento de silvicultura

**EFEECTO DEL ESQUEMA DE MANEJO EN VIVERO, SOBRE EL
POTENCIAL DE CRECIMIENTO RADICULAR DE PLANTAS DE**

Eucalyptus globulus Labill.



POR

CHRISTIAN BELISARIO SANTIBAÑEZ FIGUEROA


**MEMORIA PRESENTADA PARA
OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO FORESTAL**

CONCEPCION - CHILE

1997

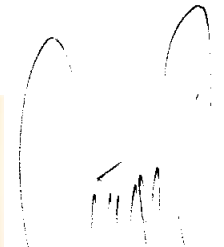
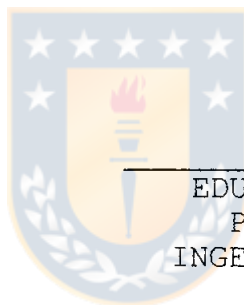
EFFECTO DEL ESQUEMA DE MANEJO EN VIVERO, SOBRE EL
POTENCIAL DE CRECIMIENTO RADICULAR DE PLANTAS
DE Eucalyptus globulus Labill.

PROFESOR ASESOR



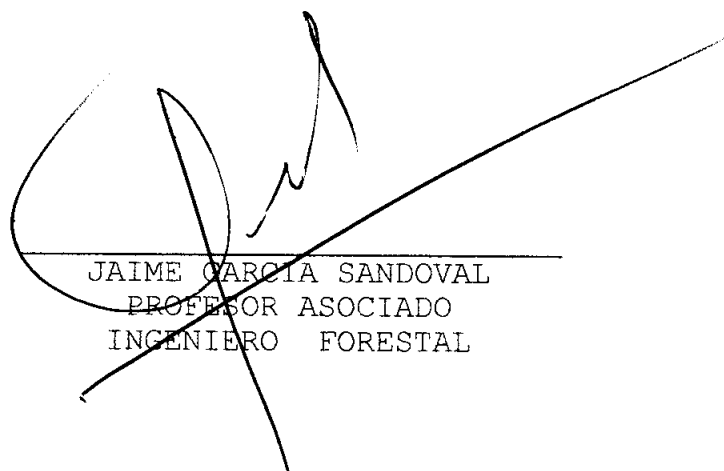
RENE ESCOBAR RODRIGUEZ
PROFESOR ASOCIADO
TECNICO FORESTAL

DIRECTOR DEPARTAMENTO
SILVICULTURA



EDUARDO PEÑA FERNANDEZ
PROFESOR ASISTENTE
INGENIERO FORESTAL M. Sc.

DECANO FACULTAD DE
CIENCIAS FORESTALES



JAIME GARCIA SANDOVAL
PROFESOR ASOCIADO
INGENIERO FORESTAL

- a mis padres
- a mis hermanos
- a mis amigos
- a mi



AGRADECIMIENTOS

- Al profesor y amigo Sr. Rene Escobar Rodriguez, por su valioso aporte y apoyo en la conclusión de este trabajo de tesis y por su gran ayuda en el término de la carrera de I. Forestal.
- A los profesores F. Drake y G. Rodriguez, por su aporte para mi formación profesional.
- A la Srta. Sofía Melgarejo, por su gran apoyo, comprensión y confianza para la culminación de este trabajo de tesis.
- A los Srs. M. Fariña y M. Sánchez, por su valiosa ayuda durante el desarrollo de este trabajo de tesis.
- A la Corporación Nacional Forestal, tanto a nivel regional como provincial (Provincia de Arauco), por el apoyo y gran disponibilidad para concluir esta meta.

- Al personal que laboró en el laboratorio de fisiología de árboles (Chillán) por su apoyo y confianza.

- Por último, a mis grandes amigotes y compañeros los profesionales C. Albornoz, F. Bascuñán, G. Benítez, A. Moscoso, D. Muñoz y G. Pinto quienes con su entusiasmo y alegría permitieron terminar primero con la carrera de I. Forestal y segundo por la conclusión de este difícil trabajo de tesis.



INDICE DE MATERIAS

VI

CAPITULOS	PAGINA
I INTRODUCCION.....	1
II REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1 Calidad de planta.....	3
2.2 Potencial de crecimiento radicular (P.C.R).....	8
2.2.1 Factores que influyen en el desarrollo y expresión del P.C.R.....	11
2.2.2 Procedimientos para medir el P.C.R....	20
2.2.3 Examen conducente a un P.C.R.....	21
2.2.4 Otros métodos de prueba.....	22
2.2.5 Métodos alternativos para cuantificar el crecimiento radicular.....	25
2.2.6 Capacidad predictiva de los exámenes de P.C.R.....	27
III MATERIALES Y METODOS.....	29
3.1 Antecedentes del lugar de estudio.....	29
3.2 Descripción del estudio.....	29

CAPITULOS	PAGINA
3.2.1 Cosecha de plantas.....	31
3.2.2 Establecimiento e inicio del estudio..	32
3.3 Ensayo de P.C.R.....	33
3.3.1 Descripción del diseño experimental...	33
3.4 Mediciones.....	34
3.4.1 Variables morfológicas.....	34
3.4.2 Mediciones de P.C.R.....	35
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	37
4.1 Evaluación de factores sobre el P.C.R.	37
4.1.1 Poda a cosecha.....	37
4.1.2 Manejo radicular.....	41
4.1.3 Fertilización.....	45
4.2 Escala semicuantitativa.....	46
V CONCLUSIONES.....	48
VI RESUMEN Y SUMMARY.....	49
VII BIBLIOGRAFIA.....	51
VIII APENDICE.....	63

INDICE DE TABLAS

TABLA N°		PAGINA
	<u>En el texto</u>	
1	Relación entre potencial de crecimiento radicular (PCR) y supervivencia en terreno (SUP).....	28
2	Esquemas de fertilización y dosis aplicadas a plantas con y sin manejo radicular...	31
3	Valores promedios de incremento en desplazamiento volumétrico, número de raíces nuevas y longitud de tres raíces más largas...	38
4	Incremento promedio en volumen para la interacción poda a cosecha (nivel C1 y C2) y manejo radicular (nivel R1 y R2).....	43
5	Longitud promedio (cm) de las tres raíces más largas para la interacción poda a cose-	

TABLA N°

PAGINA

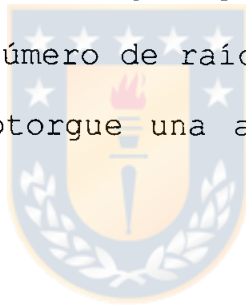
	cha (nivel C1 y C2)y manejo radicular (nivel R1 y R2).....	44
6	Longitud promedio (cm) de tres raíces más largas para la interacción manejo radicular (nivel R1 y R2) y fertilización (nivel F1 y F2).....	44
7	Clasificación por número de raíces producidas según escala semicuantitativa de Burdett (1979a).....	47
 <u>En el apéndice</u>		
1 A	Valores promedios de las características morfológicas en muestreo para las combinaciones de factores en vivero.....	63

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°		PAGINA
	<u>En el texto</u>	
1	Atributos del material y atributos del comportamiento que influyen sobre la calidad de plantas.....	6
2	Factores endógenos y exógenos que actúan sobre el desarrollo y expresión del P.C.R..	12
3	Diferencias en el incremento volumétrico para los niveles de los factores poda a cosecha, manejo radicular y fertilización.....	41

I INTRODUCCION

Uno de los problemas que debe enfrentar una planta, artificialmente establecida en un lugar, es desarrollar nuevas raíces tan pronto sea plantada para proveerse de agua y nutrimentos, elementos vitales para la supervivencia. El crecimiento de raíces está influenciado tanto por factores inherentes a la plantas como del medio. En el primer caso, una planta puede tener ventajas genéticas en su habilidad para generar un mayor número de raíces o en el vivero, haber tenido un manejo que otorgue una alta o baja capacidad de regenerar raíces.



La capacidad que poseen las plantas para generar o elongar raíces se denomina potencial de crecimiento radicular, el cual es un importante atributo para plantas destinadas a plantación.

El estudio de crecimiento radicular de plantas es aún limitado en Chile. Investigar sobre los efectos que regulan su comportamiento puede ser un valioso aporte al mejoramiento de las tasas de supervivencia y crecimiento inicial.

El presente estudio, evalúa el potencial de crecimiento radicular de plantas de Eucalyptus globulus sometidas a distintos esquemas de manejo en vivero y compara distintos criterios de evaluación de la variable.



II REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Calidad de planta

Después de más de 100 años de repoblación artificial en el país, el concepto de calidad de planta sigue siendo un tema controvertido entre forestadores y viveristas.

Jaramillo (1980) ante preguntas como: qué es la calidad de planta?, señala que existe una confusión sustancial sobre el tema entre los profesionales que actúan en el sector, ya que es un término común y ampliamente usado; algunos lo usan para describir si una planta está en buenas condiciones y otros, para establecer si las plantas están fisiológicamente adaptadas a sitios específicos.

Wakeley (1954) señala que el concepto de calidad de planta está basado en la capacidad de éstas para sobrevivir y desarrollarse una vez que estén establecidas en terreno. Respecto a lo mismo Duryea (1985) y Escobar (1991, 1994) señalan que las plantas de alta calidad, son aquellas que logran los más altos niveles de supervivencia y crecimiento en un sitio específico.

Sutton (1979) señala que el acto de clasificar plantas es un intento de separarlas en clases de grados de utilidad diferente; también agrega que la definición entregada por la Terminología Forestal de la Sociedad de Forestadores Americanos que dice "una clasificación del stock del vivero, en clases, está basada de acuerdo a la conveniencia de plantación", no se ha definido claramente el término conveniencia, por lo que el concepto queda poco claro.

Por lo general dar reglas de clasificación no es muy recomendable debido a que las cualidades necesarias para la supervivencia dependen de aspectos inherentes a la especie, al sitio de plantación y al tipo y nivel de preparación del terreno a plantar (Wakeley, 1954; Daniel et al., 1982; Goor, 1964, citado por Montero, 1987).

Sutton (1979) establece que el potencial de supervivencia y desarrollo de un plan de forestación está relacionado con la especie, procedencia, clase, tamaño y condición del material de vivero (edad, contenido de humedad, nivel de nutrimentos etc...), balance entre parte aérea y raíz, estado fisiológico de los ritmos de crecimiento, niveles hormonales, balance de las hormonas y fuertemente influido por las condiciones del sitio.

Lo anterior muestra lo importante que es considerar las condiciones del sitio en la planificación de un programa de forestación, y por lo tanto, que la planta en vivero, sea preparada para sus requerimientos específicos y no tender a una producción estandarizada (Duryea, 1984; Duryea y Landis, 1984; Escobar, 1991; Escobar y Sánchez, 1992).

Además, para plantar cada sitio en particular la producción de plantas debe tender a ser homogénea ya que las diferencias iniciales, entre ellas, no se recuperan (Duryea, 1984; Chavasse, 1977 citado por Thompson, 1985; Bassaber, 1993). Un ejemplo de lo anterior lo señala Duryea (1984) donde en un estudio de crecimiento en pino radiata, las diferencias en altura inicial se mantienen, pero después de un año éstas no aumentan.

En cuanto a como poder diferenciar los métodos generales de clasificación de una planta, se plantean dos posiciones de como abordar esta clasificación. Ritchie (1984) señala que la calidad de las plantas es categorizada por los atributos del material y por los del comportamiento (Figura 1).

Los atributos del material pueden ser morfológicos o fisiológicos y son medidos directamente. Por otro lado, los

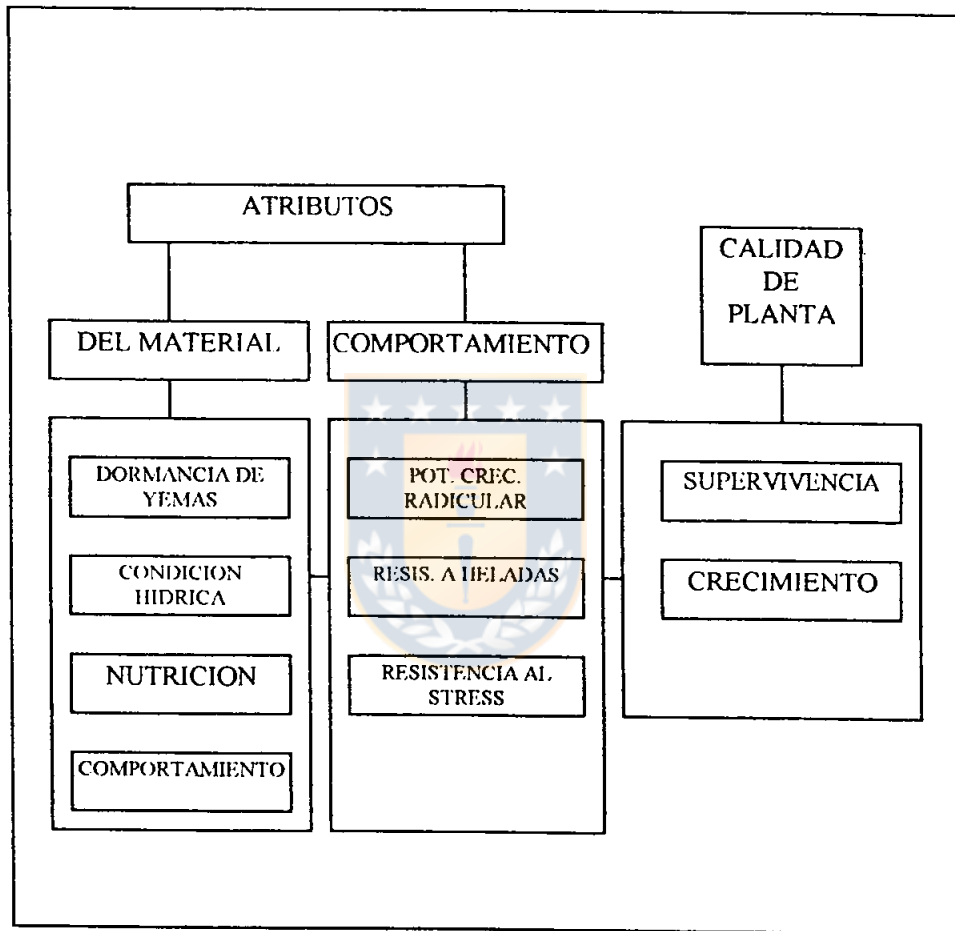


Figura 1. Atributos del material y del comportamiento que influyen sobre la calidad de plantas. (Fuente Ritchie, 1984).

atributos del comportamiento son medidas de actividad de la planta cuando son sometidas a condiciones específicas de prueba (Ritchie, 1984; Duryea, 1985).

Estos últimos, cada día están logrando mayor importancia por su mayor valor predictivo y por el interés de los profesionales del sector por contar con un mejor material para plantación (Escobar, 1994; Sampson et al., 1994).

Otro método general de clasificación de plantas está basada en características morfológicas de forma y tamaño, y el segundo en las características fisiológicas de la planta (Sutton, 1979; Burtin, 1980, citado por Duryea, 1985), ambos métodos son complementarios y ninguno puede reemplazar al otro totalmente (Rook y Menzies, 1981, citado por Montero, 1987).

Sobre los atributos morfológicos y fisiológicos, Escobar y Sánchez (1992) señalan que los primeros tienen mayor concordancia con supervivencia y los segundos con el crecimiento de las plantas en terreno. Sin embargo, Bassaber (1993) señala que el diámetro de cuello de las plantas es un buen predictor de crecimiento en Eucalyptus globulus, Pinus radiata y Pseudotsuga menziessi.

Para Chile, pese a los estudios sobre atributos morfológicos y fisiológicos, aún no se logra establecer un programa de evaluación de calidad de plantas que lo aborde en forma cuantitativa.

2.2 Potencial de crecimiento radicular (P.C.R)

Una planta recientemente establecida tiene un sistema radicular que a pesar de poseer un volumen considerable de raíces, accede sólo a un limitado volumen de suelo (Burdett et al., 1983; Burdett, 1990).

La supervivencia inicial de las plantas depende, en gran medida, de su capacidad para producir rápidamente raíces nuevas y, por lo tanto, establecer un adecuado contacto con el suelo (Ritchie y Dunlap, 1980).

Al plantar, es importante que la planta quede en contacto íntimo con el suelo para evitar problemas de desecación y absorción de nutrimentos. Establecida de esta forma se presume que producirá nuevas raíces con mayor rapidez (Burdett et al., 1983).

La prueba de potencial de crecimiento radicular es actualmente uno de los criterios más usados para determinar calidad de plantas. Fue desarrollada por Stone y colaboradores en el año 1950 (Stone, 1955; Stone y Shubert, 1959; Stone y Jenkinson, 1970; Ritchie, 1985) y por ejemplo es utilizado como parte del programa de evaluación de calidad de cultivos en Ontario, Canadá (Sampson et al., 1994).

Se define como la capacidad de una planta para iniciar o elongar sus raíces cuando se mantienen en un medio favorable (Ritchie, 1985); también se conoce como la capacidad de iniciar o elongar raíces nuevas, tan pronto se realiza su trasplante o repique (Day, 1981 citado por Dolata, 1986).

El potencial de crecimiento radicular, se considera un factor muy importante sobre la calidad de la planta de vivero y sobre el éxito de la plantación (Ritchie y Dunlap, 1980). Sin embargo, bajo ciertas condiciones de temperatura y manejo, no es un estimador confiable del buen comportamiento una vez realizada la plantación (Webb, 1977; Sutton, 1990).

El potencial de crecimiento radicular, se puede establecer mediante ensayos, utilizando materiales simples se obtienen

resultados que son repetibles y fácilmente interpretados (Ritchie, 1985). Operacionalmente un propósito importante de esta prueba, es poder detectar partidas de plantas incapaces de producir nuevas raíces en condiciones de desarrollo favorables. En algunos casos, las plantas que no son capaces de desarrollar raíces durante la prueba están muertas (Sampson et al., 1994).

Se considera que el potencial de crecimiento radicular puede depender de las características morfológicas y fisiológicas de las plantas cuando son establecidas en terreno. Así, algunas de éstas características pueden alterarse de acuerdo a los métodos de manejo y cultivo usados en la producción de plantas, para luego, influir en el (Burdett, et al., 1983).

Un alto potencial de crecimiento radicular es un importante factor de calidad de la planta, por cuanto se presume que influiría sobre ella para que se establezca rápidamente después de la plantación. La razón fundamental para que ello ocurra es que cuando una planta es establecida, tiene un sistema radicular limitado, que es capaz de extraer humedad y nutrientes a su alrededor. Estas reservas de agua y nutrientes, alcanzadas por las raíces, pronto se agotan por

lo cual, para que haya establecimiento, se debe disponer de nuevas reservas que aporta el suelo, para lo cual se deben generar nuevas raíces (Ritchie, 1985).

2.2.1 Factores que influyen en el desarrollo y expresión del potencial de crecimiento radicular

Una planta desarrolla un potencial de crecimiento radicular mientras está creciendo en el vivero, potencial que no se expresa, hasta que ésta es plantada (Ritchie, 1985). Existen variados factores que actúan sobre el potencial de crecimiento radicular, tanto endógenos como exógenos (Figura 2).

2.1.1.1 Desarrollo del potencial de crecimiento radicular

Existen factores claves que influyen en el potencial de crecimiento radicular, tales como, las condiciones fisiológicas de las plantas al momento de su cosecha en el vivero (Webb, 1977). También la especie, tipo de semillas y cantidad de carbohidratos disponibles para el crecimiento inicial (Ritchie, 1985). Sampson et al. (1994), indican que los patrones de desarrollo pueden variar fuertemente

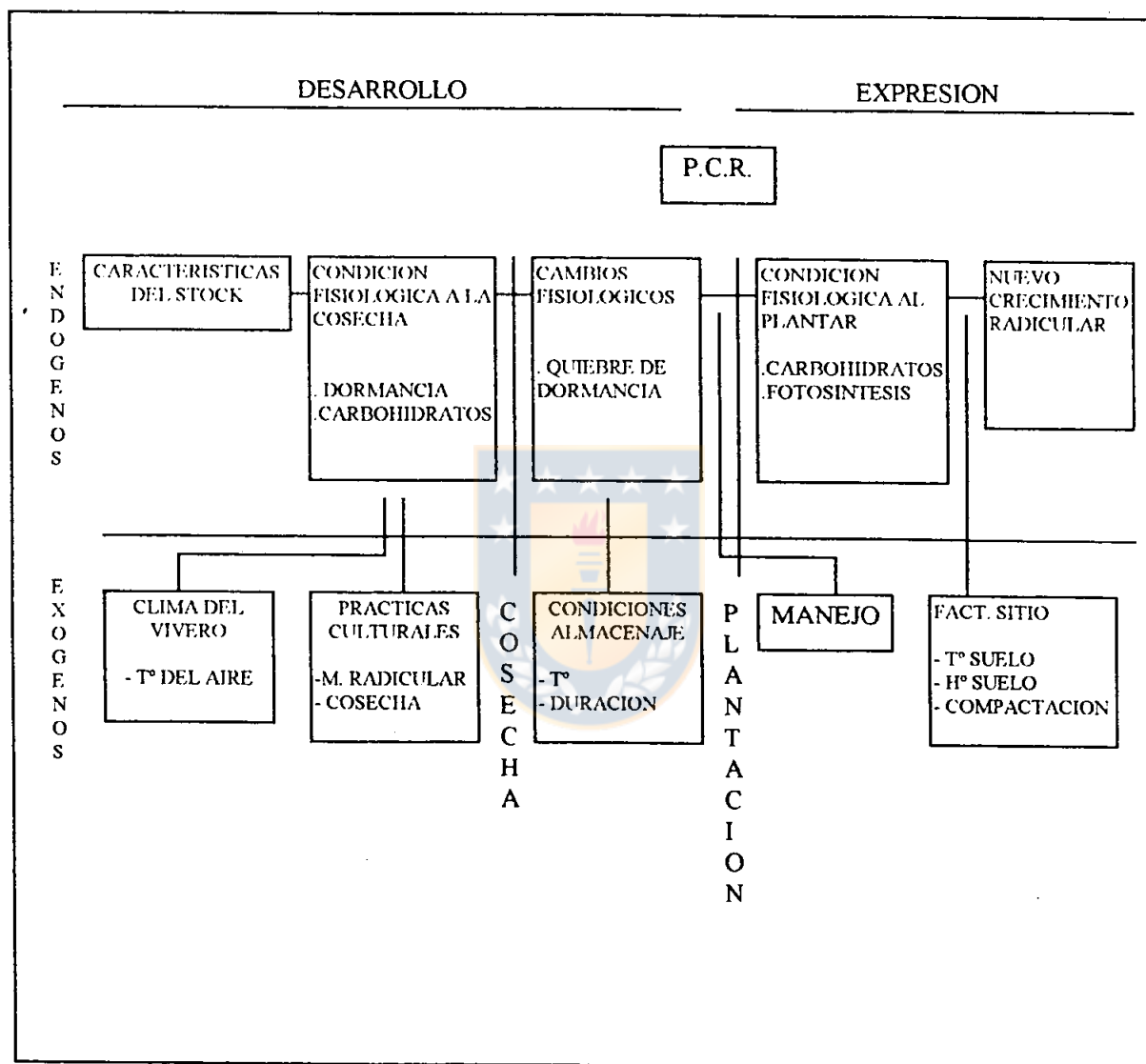


Figura 2. Factores endógenos y exógenos que actúan sobre el desarrollo y expresión del potencial de crecimiento radicular (Fuente Ritchie, 1985).

dependiendo de la especie y el tipo de desarrollo de la planta.

La cantidad de factores, que de un modo u otro inciden en el desarrollo del P.C.R., explica la variabilidad de sus resultados como lo señalan varios autores, por ejemplo:

- Existen grandes diferencias en el P.C.R, entre varios tipos de coníferas como Pinus banksiana Lamb y Picea mariana Mill (Sutton, 1983).
- Grupos de Pinus contorta (del tipo 2-0) y de Picea glauca, cuyas plantas diferían en procedencia, fecha de extracción o de vivero, mostraron diferencias en el P.C.R (Burdett et al., 1983).
- Las plantas de Pinus ponderosa de la zona de semilla 721 (cerca de cataratas Klamath en USA) tienen consistentemente un pobre P.C.R, de un año a otro (Ritchie, 1985).
- En observaciones preliminares sobre el P.C.R, con plantas de cinco coníferas, se encontraron diferencias signi-

ficativas entre individuos de la misma especie (Stone et al., 1962).

Estos ejemplos muestran desde ya, la existencia de diferencias en el desarrollo del P.C.R, lo que evidenciaría el efecto de diversos factores sobre dicho proceso. La literatura señala la existencia de estos factores reconociendo entre otros el almacenaje en frío, la fecha de extracción e inclusive algunos de índole morfológicos.

a) **Almacenaje en frío**. En el desarrollo del P.C.R, existen factores que se estima, provocan distintos grados de expresión. Por ejemplo, los viveristas controlan la longitud del tiempo durante el cual el material de vivero es mantenido en almacenaje en frío, ésta interactúa con la fecha de la extracción para impactar sobre el P.C.R, al tiempo de plantar (Ritchie, 1985).

La técnica de almacenamiento en frío no ha sido implantada operacionalmente en Chile, pero la idea es proporcionar un material de vivero por un período mayor en relación a la época de plantación, por otro lado permite evitar los períodos críticos en que las heladas impactan negativamente sobre las plantas (Carlson, 1985; Ritchie, 1987; Cannell et al., 1990).

Las plantas extraídas a mediados de invierno, tienden a tener un P.C.R., más alto, como también las extraídas en otoño o primavera después de un almacenaje en frío (Ritchie y Dunlap, 1980).

La temperatura del almacenamiento también es importante, ya que sobre 0° C permite la proliferación de patologías que tienden a debilitar el vigor y, por ende, el P.C.R., de la planta (Ritchie, 1985).

b) **Fecha de extracción.** Es un factor importante sobre el desarrollo del P.C.R., ya que muchos autores señalan la ciclicidad de éste (Ritchie y Dunlap, 1980; Ritchie, 1984; Sutton, 1990).

La fecha de extracción puede influir sobre el P.C.R.. Winjum (1963), señala las ventajas de la cosecha de las plantas en invierno cuando se encuentran dormantes y su P.C.R. está en su nivel más alto; lo anterior también fue observado por Stone et al. (1962), en plantas de pino oregón quién después de un verano de alta mortalidad, con una cosecha de otoño la plantación siguiente se vio mejorada.

c) **Otros factores.** Colombo y Glorum (1984), citados por

Ritchie (1985), mencionan que otros factores importantes en el desarrollo del P.C.R., son los de orden morfológico, tales como la condición del vástago o renuevo de la plántula y el follaje. Además existen otros de orden de calidad, sanidad y cuidado de las plantas como son el traslado, ataque de insectos y daño por heladas los cuales pueden traducirse en un bajo P.C.R.. Larson (1978), agrega efectos de desfoliaciones que afectan negativamente sobre el P.C.R..

2.2.1.2 Expresión del potencial de crecimiento radicular

Considerando que el P.C.R. representa en sí una capacidad de producir raíces, se puede decir que este potencial puede o no estar completamente expresado cuando la planta es cosechada. Si es plantada dentro de un ambiente óptimo expresará completamente su P.C.R., si no, no lo hará.

Debido a que las condiciones del lugar de plantación en invierno y a comienzos de primavera, son sólo ocasionalmente óptimas para el crecimiento de raíces, es poco probable que P.C.R. sea completamente expresado después de que las plantas son extraídas del vivero (Ritchie, 1985).

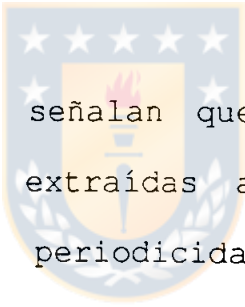
En el punto anterior se revisaron las condiciones

fisiológicas internas que deben ocurrir para maximizar el P.C.R. de las plantas después del trasplante. El grado por el cual éste potencial es expresado depende de dos factores: (1) Manejo y calidad de la plantación y (2) la naturaleza del sitio de plantación (Ritchie y Dunlap, 1980; Sutton, 1990). Lo anterior indica que existen factores que son limitantes para la expresión del potencial, existen estudios que consideran la temperatura del suelo (Stone et al., 1962; Abod et al., 1979; Andersen et al., 1986); los distintos grados de intensidad del letargo o reposo (Farmer, 1979), la humedad del suelo considerando el estrés hídrico (Larson y Whitmore, 1970) y otros factores menores que afectan la expresión del potencial de crecimiento radicular tales como compactación del suelo y temperatura del aire (Ritchie y Dunlap, 1980), las noches frías (Krugman y Stone, 1966) y diferencias genéticas (Nambiar et al., 1982).

Aunque el P.C.R. puede verse disminuido por un inapropiado manejo entre la extracción y la plantación (Tabbush, 1986), diferentes especies responden de manera desigual en distintas épocas del año, por ejemplo, el pino oregón es más resistente a la abrasión de las raíces y a su desecación durante el invierno cuando el potencial es más alto (Insley y Buckley, 1985). La calidad de la plantación

tiene un profundo impacto sobre el sistema radicular, pero su efecto sobre el P.C.R. no ha sido evaluado directamente (Ritchie y Dunlap, 1980).

Con respecto a la temperatura del suelo, los estudios sobre el tema (Stone et al., 1962; Abod et al., 1979; Andersen et al., 1986) han relacionado las temperaturas del suelo con la época en que son extraídas las plantas, por su relación directa con el clima de las estaciones.



Stone et al., (1962), señalan que, las plantas de pino oregón, cuando fueron extraídas a intervalos mensuales, mostraron una marcada periodicidad en su potencial de crecimiento radicular, con estos ensayos se determinó que la temperatura óptima para lograr una mayor expresión del potencial es de 20 ° C (Stone y Shubert, 1959; Stupendick y Shepherd, 1979).

Respecto al letargo o dormancia, estudios sobre su comportamiento (quiebre de dormancia), marcaron diferencias en cuanto a especies y acondicionamientos una vez arrancadas las plantas. Así, el P.C.R. fue relacionado positivamente con la longitud del período de enfriamiento y el acondicionamiento (poda aérea y grados de oscuridad), esto

redujo tanto el crecimiento apical como radicular (Farmer, 1979).

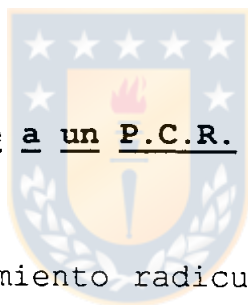
La humedad del suelo es otro factor importante. Estudios sobre plántulas de Quercus rubra plantadas y regadas con soluciones polietileno glucol a varios potenciales osmóticos para estimular las condiciones de estrés en el suelo, señalan que las plantas no regeneraron nuevas raíces a -6 bar (bar= medida de presión), aunque algunos brotes nuevos aparecieron en la parte baja de los tallos. El crecimiento de brotes, raíz, número y diámetro de vasos en el tallo decrecían con niveles de -30 Kpa (Kpa= kilopascal) (Larson y Whitmore, 1970).

En cuanto al estado hídrico, el suelo en los regímenes de estrés bajo, moderado y alto se seca hasta -1, -2 y -6 bar, en estos ensayos los resultados mostraron que cuando el estrés de humedad alcanzaba -2 bar, el P.C.R. bajaba en 1/3 del valor medio (Ritchie y Shula, 1984; Ritchie, 1985).

2.2.2 Procedimientos para medir el P.C.R.

El procedimiento básico para estimar el P.C.R. descrito por

Stone et al., en el año 1950 (Stone, 1955; Stone y Shubert, 1959; Stone y Jenkinson, 1970; Ritchie, 1985) el cual involucra poner plantas en un invernadero o una cámara de crecimiento, la que es programada con las condiciones cercanas a las que se desee probar el P.C.R. El período que dura el estudio es estándar, generalmente un mes; las plantas son sacadas del medio y se cuantifica el nuevo crecimiento radicular (Stone, 1955; Stone y Shubert, 1959; Ritchie, 1985).



2.2.3 Examen conducente a un P.C.R.

En una prueba de crecimiento radicular, existe una serie de elementos que se consideran indispensables, éstas son:

- Número de muestras
- Tamaño de la planta
- Sustrato de la planta
- Uniformidad de las pruebas
- Medios de cultivo

El número de muestras a emplear variará, principalmente, según el objetivo de la determinación del P.C.R. Si el experimento se realiza para una evaluación rápida y sencilla

de un material de vivero cualquiera, 15 a 20 plantas, elegidas al azar es suficiente. Si el propósito es detectar diferencias pequeñas en el P.C.R., entonces se requiere mayor número de muestras siendo aconsejable 60 plantas por tratamiento (Ritchie, 1985). Winjum (1963) en un estudio realizado en cámaras de ambiente controlado utilizó con éxito 6 plantas por tratamiento.

En el número de muestras es importante el método que se utilice para la prueba de P.C.R. Si se utiliza un método de agua atomizada se obtienen resultados más homogéneos, con una dispersión menor, por lo cual se requerirá un menor número de plantas a ensayar (Rietveld, 1989), que cuando se utiliza cultivo hidropónico o un cultivo en pote tradicional.

El tamaño de la planta, puede afectar el potencial, por lo cual es importante: (i) seleccionar plantas de tamaño relativamente uniforme para la prueba o, (ii) coleccionar datos en altura de la planta, calibre y peso de ella, junto con el P.C.R., y analizar los resultados usando propiedades morfológicas como covariables (Ritchie, 1985).

En cuanto a la uniformidad de la prueba, es un punto clave,

ya que debe mantenerse constante de una prueba a otra, pues diferencias en el P.C.R., entre pruebas no pueden ser atribuidos solamente a la condición de la plantas (Ritchie, 1985).


Los medios en que se realizan los ensayos son importantes, ya que se deben mantener condiciones ambientales constantes para lo cual se dispone de dos medios, cámara de crecimiento e invernaderos, siendo recomendada la primera. El único problema con las cámaras de crecimiento es su utilización poco práctica, debido a problemas de costo y disponibilidad, con lo cual la mayoría de las pruebas son realizadas en invernaderos a pesar de los problemas de control que de ellos se desprende (Ritchie, 1985). Sampson et al. (1994), señalan que los resultados de la prueba de P.C.R., sólo son comparables con plantas de la misma especie y desarrolladas bajo el mismo sistema.

2.2.4 Otros métodos de prueba

Ante la dificultad que presenta el alto costo del tiempo requerido y el proceso de cuantificar el crecimiento, se ha promovido la ejecución de una nueva prueba (Ritchie, 1985).

Esta consiste en efectuar un control en sólo siete días de prueba, en que se aumenta el crecimiento radicular por medio de una alteración de las condiciones de la prueba inicial, aumentando la temperatura, el fotoperíodo, la humedad relativa y la intensidad de luz (Burdett, 1979a).

Existe otro método que se utilizó para observar los efectos de la cosecha en pino oregón, en que se utilizó una cámara de ambiente controlado a través de un cultivo hidropónico (Winjum, 1963).



Este método puede ser de importancia al realizar investigaciones para varias especies en menores tiempos y hacer la prueba más operacional. En estos estudios, las plantas se suspenden al ser tomadas por el tallo con las tapas rajadas del tanque. El tallo queda expuesto y las raíces sumergidas en un tanque receptor de agua, en el cual no se agrega ningún nutrimento mineral, los resultados para estos estudios se muestran concordantes entre este método y anterior reportado, en términos de número y largo total de las raíces producidas por la planta (Ritchie, 1985).

El ensayo realizado en un cultivo hidropónico tiene las siguientes ventajas sobre el efectuado en pote o macetas

(Ritchie, 1985):

- El tiempo consumido en poner y sacar las plantas de las macetas es mínimo, así como la necesidad de tener grandes cantidades de macetas.
- La raíz dispone de un mayor espacio y ambiente más uniforme.
- La identificación del nuevo crecimiento radicular es más exacto porque: (a) las raíces nuevas están limpias, no manchadas por el substrato de la maceta, y como consecuencia, fácilmente distinguibles de las raíces viejas, y (b) las raíces no se quiebran ni se pierden en el proceso de sacado del pote.
- La técnica facilita métodos alternativos para contar raíces, como la fotografía y el desplazamiento de volumen, los cuales son prácticos y rápidos.
- El nuevo crecimiento radicular puede ser monitoreado visualmente durante la prueba, lo cual puede ofrecer una oportunidad para acortar el período de ejecución de ella.

- Los baños de agua no requieren de mantención, mientras que las macetas necesitan frecuentes riegos.

Por último existe otro medio alternativo, como lo mostrado por Day (1982) citado por Ritchie (1985), en que utiliza sistemas aeropónicos el cual también ofrece ventajas respecto a las tradicionales macetas. Sobre este método Rietveld (1989), señala que es capaz de diagnosticar diferencias en el vigor de las plantas y en el P.C.R., mostrando las siguientes ventajas frente a los métodos hidropónicos y en macetas:

- Las plantas desarrolladas en sistemas aeropónicos desarrollan más raíces nuevas frente a los otros métodos.
- El desarrollo de las raíces nuevas aumentó, así como aumenta la duración de la prueba, además el desarrollo radicular empieza primero y es mucho mayor que en los otros sistemas.

2.2.5 Métodos alternativos para cuantificar el crecimiento radicular

Para efectuar la evaluación posterior de la prueba, fuera de

los señalados, se han elaborado otros métodos con el fin de disminuir la tediosidad del trabajo, tales como:

- Cortes de nuevas raíces y posterior medición
- Cortar solamente las puntas más largas de alguna longitud crítica
- Medir 3 - 5 raíces nuevas más largas

Existen otros métodos que se han desarrollado y parecen ser más eficientes, uno de los cuales fue diseñado por Burdett (1979a), el cual involucra estratificar los resultados del potencial en 6 clases, basadas en el número de raíces mayores o menores a 1 cm.

Además, Burdett (1979b) menciona métodos con desplazamientos volumétricos, los cuales consisten en poner un recipiente de agua en una balanza de pesaje, al cual, se introduce el sistema radicular que por su peso desplazará cierto volumen de agua, la que se registrará en la balanza. Este peso en gramos, es exactamente igual al volumen del sistema radicular en cm^3 . Este método se realiza antes y después de la prueba para apreciar las diferencias en el volumen ganado a través de la prueba, es decir el P.C.R., ganado durante la prueba.

Este procedimiento adolece de serias desventajas (Ritchie, 1985), tales como, si un elemento del sistema radicular toca los lados o el fondo del recipiente introducirá un error en la determinación del volumen, además, si éste es medido varias veces, repetidamente, se obtienen diferentes valores cada vez.

2.2.6 Capacidad predictiva de la prueba de P.C.R.

Como se señaló, el objetivo de una prueba de P.C.R. es predisponer a la planta, una vez que esté plantada, a un medio adecuado en donde exprese su crecimiento radicular y que le permita, en esta etapa crítica, buenas condiciones de supervivencia y funcionamiento. Existen suficientes estudios que avalan la alta correlación que existe entre P.C.R., y comportamiento de las plantas en terreno.

En la Tabla 1, se presentan varios ejemplos, en los cuales se indica la capacidad predictiva del P.C.R., a través de correlaciones con la supervivencia de las plantas, en terreno.

TABLA 1. RELACION ENTRE EL POTENCIAL DE CRECIMIENTO RADICULAR (P.C.R) Y SUPERVIVENCIA (SUP)

----- Especie	PCR v/s SUP	Autor
-----	-----	-----
<u>Pinus contorta</u>	@@@	Burdett (1979)
<u>Pinus tadea</u>	@@@	Rhea (1977)
<u>Pinus ponderosa</u>	@@@	Stone (1955)
<u>Pseudotsuga menziesii</u>	@@@	Jenkinson (1977)
<u>Pseudotsuga menziesii</u>	@@	Todd (1964)
<u>Pseudotsuga menziesii</u>	@@@	Stone (1955, 1962)
<u>Abies procera</u>	@@	Winjum (1963)
<u>Acer saccharum</u>	@@@	Von Atten y Webb (1978)
<u>Fraxinus americana</u>	@@	Wepp (1977)
<u>Platanus occidentalis</u>	-	Rhea (1977)
<u>Liquidambar styraciflua</u>	0	Rhea (1977)
-----	-----	-----

@@@ Fuerte correlación

@@ Buena correlación

@ Pobre correlación

0 No hay correlación

- Correlación inversa

FUENTE: Ritchie y Dunlap (1980)

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Antecedentes del lugar de estudio

El estudio se realizó durante el mes de Julio de 1992 en el vivero experimental y en el laboratorio de fisiología de árboles de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción.

3.2 Descripción del estudio

El estudio consistió en someter a una prueba de potencial de crecimiento radicular a plantas de Eucalyptus globulus producidas a raíz desnuda con diferentes esquemas de manejo en vivero. El ensayo en vivero, se estableció según un diseño de bloques al azar con arreglo factorial en parcelas subdivididas en donde los tres esquemas de manejo constituyen los factores, cada uno de ellos en dos niveles:

FACTOR	NIVELES
A) Poda de raíz a la cosecha	Con poda/Sin poda
B) Manejo radicular	Con manejo/Sin manejo
C) Esquema de fertilización	Con N normal/Con N prolongada

Los distintos esquemas de manejo están dados por:

a) **Manejo de raíces a la cosecha**: Durante la cosecha de plantas producidas a raíz desnuda, rutinariamente se les poda las raíces. El objeto de esta poda es homogeneizar la longitud del sistema radicular para facilitar el proceso de plantación. Para este estudio, a las plantas con distintos esquemas de manejo radicular y de fertilización en vivero se les podó las raíces al momento de su cosecha y a otras, se les mantuvo el sistema radicular intacto.

b) **Diferencias de manejo en el sistema radicular**: Se probó el comportamiento de plantas sin manejo radicular en vivero y plantas con manejo de raíces el que consistió en poda de raíz principal a 12 cm de profundidad; descalce 7 días después de realizada la poda, repetido en dos ocasiones, con intervalo de 15 días (PD7 C15) y poda vertical de raíces.

c) **Diferencias en el esquema de fertilización de N, P y K**: Para ambos esquemas de manejo radicular, se aplicaron, en K/ha, las siguientes cantidades de elemento en las etapas de desarrollo y épocas (meses) que se indican en Tabla 2.

TABLA 2. ESQUEMAS DE FERTILIZACION Y DOSIS APLICADAS A PLANTAS CON Y SIN MANEJO RADICULAR

<i>Etapa de vivero</i>	<i>Epoca</i>	<i>Tipo de fertilización</i>	
		<i>Normal</i>	<i>Tardía</i>
		<i>(*) N - P - K</i>	<i>N - P - K</i>
Siembra-Emergencia	Octubre	0 - 40 - 0	0 - 40 - 0
Crecimiento pleno	Noviem.	40 - 20 - 10	30 - 20 - 10
Crecimiento pleno	Enero	40 - 20 - 10	30 - 20 - 10
Crecimiento pleno	Febrero	40 - 20 - 10	30 - 20 - 10
Endurecimiento	Marzo	0 - 10 - 30	15 - 10 - 30
Endurecimiento	Abril	0 - 10 - 20	15 - 10 - 20
Total		120 - 120 - 80	120 - 120 - 80

(*) Nitrógeno y Potasio fueron aplicados al voleo a la forma de Urea Y Sulfato de potasa, respectivamente. Fósforo se aplicó localizado como Superfosfato triple.

3.2.1 Cosecha de plantas

Las plantas se cosecharon en el mes de Julio de 1992. En el laboratorio, el sistema radicular fue cuidadosamente lavado; las raíces que presentaban daños evidentes producto de la cosecha y toda raíz nueva (blancas) fueron

eliminadas. La eliminación de raíces nuevas se realizó para evitar confusión al momento de la medición del potencial de crecimiento radicular. Posteriormente, las plantas permanecieron en recipientes con agua, hasta el inicio del estudio, para evitar su desecación.

3.2.2 Establecimiento e inicio del estudio

En el laboratorio, se identificó a las plantas según combinación de factores y se ubicaron en la cámara de crecimiento, de acuerdo a un sorteo previo. En la cámara, las plantas permanecen con el sistema radicular bajo una cubierta de madera que impide el paso de luz; quedando el tallo expuesto al ambiente.

Previo a la colocación de las plantas en la cámara de crecimiento, se programó la temperatura del substrato (agua), a una temperatura de 20° C y la frecuencia de los baños de agua atomizada a 6 minutos por un período de 3 segundos.

La parte aérea se mantuvo iluminada durante 12 horas, para lo cual se utilizaron dos tubos fluorescentes de 40 Watts colocados a 30 cm sobre las plantas. Una vez establecidas

las plantas, durante treinta días se les hizo un seguimiento. Además se registró las temperaturas en tres oportunidades diariamente; a las 8:00, 12:00 y 20:00 hrs, coincidiendo la primera y la última con el inicio y término del fotoperíodo.

3.3 Ensayo de Potencial de Crecimiento Radicular

El ensayo de laboratorio se montó en una cámara de cultivo aeropónico de temperatura y riego atomizado regulable, construida especialmente para estudios de P.C.R.

3.3.1 Descripción del Diseño experimental

El diseño experimental utilizado correspondió al de parcela subdividida (Little y Hills, 1978), en donde el factor principal, poda a la cosecha, está a dos niveles, con y sin poda; el segundo factor, manejo radicular, también a dos niveles, con y sin manejo radicular y el tercer nivel, fertilización a dos niveles, fertilización nitrogenada hasta cuando la planta logra el 80% de la altura deseada (normal) y fertilización nitrogenada durante el período de endurecimiento (tardía o prolongada).

Cada parcela menor está constituida por tres plantas; la parcela intermedia por 6 plantas y la parcela mayor por 12 plantas. El bloque por 24 plantas, y el estudio por un total de 72 plantas. En la cámara de crecimiento las plantas se colocaron a una distancia de 10 * 10 cm.

3.4 Mediciones

3.4.1 Variables Morfológicas

Para contar con un material relativamente homogéneo, antes de la etapa de laboratorio se hizo un premuestreo de 15 plantas en donde se midió la altura, con precisión de 0,5 cm, y diámetro de tallo, con precisión de 0,1 mm. Además, se contó el número de hojas y condición sanitaria de la parte aérea de la planta.

Para medir altura, se utilizó una regla de medición con precisión de 0,5 cm; el diámetro se midió con pie de metro con una precisión de 0,1 mm.

Respecto al número de hojas, se contó en cada planta para cada combinación de factores.

Para los efectos mencionados, se procedió a premuestrear un número de 15 plantas por combinación de factores. Una vez procesada la información y recopilado los valores medios y varianzas, se procedió según el rango dado por los valores obtenidos a la extracción de las plantas para el estudio, obteniéndose así un material homogéneo (Apéndice 1).

3.4.2 Mediciones del Potencial de Crecimiento Radicular

En relación a las mediciones del potencial de crecimiento radicular, se utilizó 4 métodos. En su elección se consideró la complejidad y disponibilidad de materiales:

- a) Medición de las tres raíces más largas
- b) Incremento en desplazamiento volumétrico
- c) Número de raíces nuevas
- d) Escala semicuantitativa

a) La medición de las tres raíces más largas se efectuó con huincha de medición y se midió con precisión de 0,1 cm.

b) Para el incremento en desplazamiento volumétrico, (método que simula el principio de Arquímedes), se utilizó una balanza de precisión de 0,01 g (Rotter) que registró el peso de las raíces al comienzo y final del período de prueba.

c) Para el número de raíces nuevas, se procedió a un conteo de aquellas raíces nuevas (blancas insuberizadas) mayores a 1 cm de longitud durante el período de evaluación.

d) La escala semicuantitativa es un método propuesto por Burdett (1979a) el cual se basa en el número de raíces nuevas mayores o menores a 1 cm de longitud, con lo que se estandariza la cantidad de raíces en categorías; para ello se utilizaron los valores obtenidos en el recuento total de las raíces:

0= No existen raíces nuevas

1= Algunas raíces nuevas no > a 1 cm

2= 1-3 raíces nuevas > a 1 cm

3= 4-10 raíces nuevas > a 1 cm

4= 11-30 raíces nuevas > a 1 cm

5= Más de 30 raíces nuevas > a 1 cm

IV RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 3, se presentan los valores promedios de incremento en desplazamiento volumétrico, número de raíces nuevas y longitud de las tres raíces más largas para los factores poda a la cosecha, manejo radicular en vivero y fertilización. Además se presentan los grados de significancia para los distintos factores e interacciones de primer y segundo orden que entregó el análisis de varianza.

4.1 Evaluación de factores sobre el potencial de crecimiento radicular

4.1.1 Poda a la cosecha

Los valores promedios de la Tabla 3, muestran que la poda de raíces realizada en la cosecha, tiene un efecto negativo sobre el potencial de crecimiento radicular de las plantas de E. globulus para todos los criterios de evaluación utilizados.

Los resultados indican que para plantas sin poda, el incremento en volumen de raíces, es un 23 % mayor que el

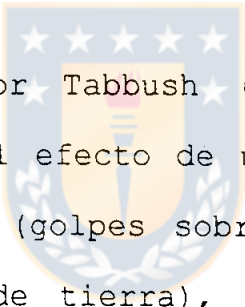
TABLA 3. VALORES PROMEDIO DE INCREMENTO EN VOLUMEN, N° DE RAICES NUEVAS Y LONGITUD DE TRES RAICES MAS LARGAS

Factor	Incremento (cm ³)	N° de Raíces	Longitud (cm)
A) Poda a cosecha (C)			
C/poda cosecha (C1)	1,22	21,75	12,97
S/poda cosecha (C2)	1,50	39,33	19,77
B) Manejo Radicular (R)			
C/manejo radicular (R1)	1,35	29,83	14,41
S/manejo radicular (R2)	1,37	31,25	18,34
C) Fertilización (F)			
Normal (F1)	1,32	28,42	14,35
Prolongada (F2)	1,40	32,67	18,39
Análisis de varianza			
Factores principales.			
A) Poda a cosecha (C)	*	*	*
B) Manejo radicular (R)	N.S	N.S	N.S
C) Fertilización (F)	N.S	N.S	N.S
Interacciones 1 er orden			
A * B	**	N.S	*
A * C	N.S	N.S	N.S
B * C	N.S	N.S	*
Interacciones 2 do orden			
A * B * C	N.S	N.S	N.S

N.S: No significativo *: P = 0,05 ** P = 0,01

de las podadas, el número de raíces es un 80,8 % mayor y la longitud de las tres raíces más largas, alrededor de un 52,4 % mayor. Las diferencias señaladas son significativas.

Investigaciones específicas de la poda a la cosecha sobre el potencial de crecimiento radicular no han sido publicadas, pero si sobre lo que ocurre cuando se elimina parte del sistema radicular por una 'inadecuada manipulación.



Estudios realizados por Tabbush (1986) y Deans et al. (1990a) que analizan el efecto de un manejo brusco de las raíces de las plantas (golpes sobre el sistema radicular para eliminar restos de tierra), han determinado que se producen disminuciones altamente significativas en el comportamiento del potencial de crecimiento radicular, lo cual se podría asociar a los resultados obtenidos en este estudio dada la fuerte manipulación de las raíces (poda). Wakeley (1954), podando distintas longitudes de raíces, encontró diferencias en la respuesta de las plantas en la plantación.

La disminución del potencial de crecimiento radicular, podría deberse a la eliminación de masa radicular que

contiene muchos puntos de crecimiento (Burdett, 1990), como también a la eliminación de una mayor cantidad de raíces finas en dicha labor, con lo cual la planta pierde las raíces con mayor potencial de crecimiento (Deans et al., 1990b).

Los resultados indican, para la especie en estudio, la inconveniencia de podar raíces de las plantas al momento de cosechar, labor rutinaria y recomendada por muchos autores, como Stoeckeler y Slabaugh, 1965; Valenzuela, 1967; Barros, 1990; Donoso et al., 1991a; 1991b; 1991c; Escobar, 1991; Escobar y Sánchez, 1992.

El efecto de la poda en el incremento volumétrico para los distintos factores en estudio se presenta en la Figura 3.

En ella se observa que el mayor efecto sobre el volumen de raíces nuevas lo tiene la poda a la cosecha.

Las diferencias para los factores manejo radicular y tipo de fertilización no logra significancia estadística.

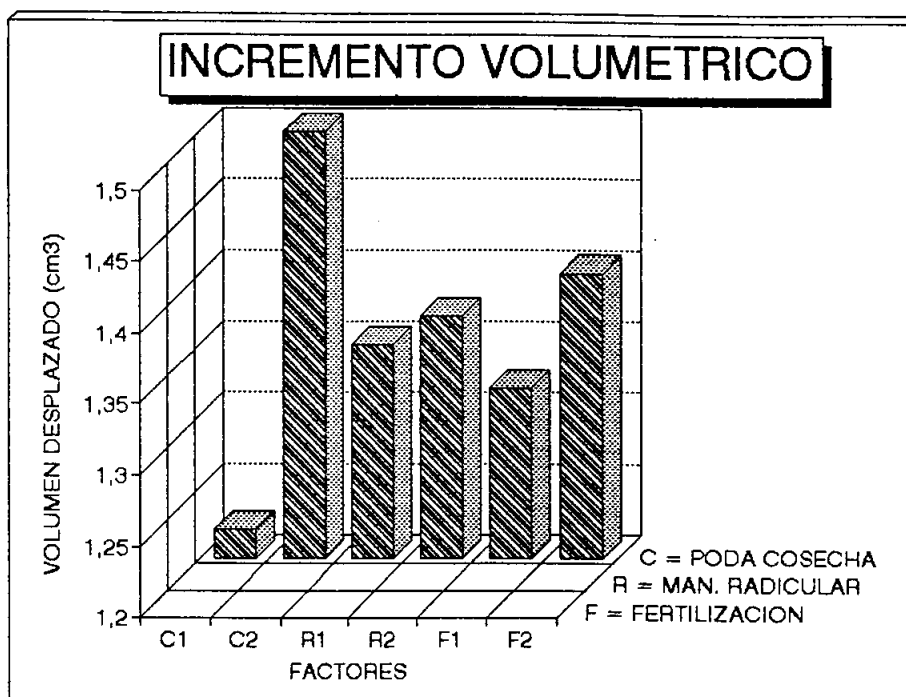


Figura 3. Diferencias en el incremento volumétrico para los niveles de los distintos factores estudiados

4.1.2 Manejo radicular

Los valores promedios de la Tabla 3 señalan que en términos porcentuales, las plantas sin manejo radicular tienen 1,3 % más incremento en volumen; 4,5 % más raíces nuevas y estas son un 27,3 % más largas que aquellas con manejo radicular. Las diferencias señaladas no son significativas.

Estos resultados concuerdan con lo planteado por Van den Driessche, (1978), Fereth y Kreh, (1986) citados por

Sutton, (1990), al señalar que el manejo radicular (podas y descalces), no tienen efecto sobre el potencial de crecimiento radicular; más aún, Abod y Sandi (1983) señalan que disminuye la expresión del potencial de crecimiento radicular, en condiciones de restricciones hídricas. Sin embargo, Stupendick y Shepherd, (1979), Insley y Bukley (1985), Deans et al., (1990a), Bacon y Bachelard (1978) citados por Sutton, (1990), señalan que esta labor tiene un efecto positivo en el potencial de crecimiento radicular al generar mayores puntos de crecimiento y aumentar el volumen de raíces finas generadoras de nuevas raíces.

La Tabla 4, muestra la interacción poda a la cosecha - manejo radicular para la variable incremento volumétrico cuyos resultados señalan que el volumen es mayor cuando a una planta se le maneja su sistema radicular y éste no es podado a la cosecha. Como también el incremento en volumen se ve menoscabado cuando aquellas plantas manejadas en vivero son podadas al momento de la cosecha.

TABLA 4. INCREMENTO PROMEDIO EN VOLUMEN (cm³) PARA LA INTERACCION PODA A LA COSECHA (NIVEL C1 Y C2) Y MANEJO RADICULAR (NIVEL R1 Y R2)

<i>Manejo radicular</i>	<i>Poda a la cosecha</i>		<i>Media</i>
	<i>C1</i>	<i>C2</i>	
R1	0,82	1,89	1,34
R2	1,62	1,12	1,37
Media	1,22	1,50	

La Tabla 5, muestra la interacción poda a la cosecha - manejo radicular para la variable longitud de las tres raíces más largas. Cuyos resultados señalan que las diferencias de longitud, son significativas, siendo mayor cuando las plantas, independiente de su manejo radicular, no son podadas en el momento de la cosecha. El efecto negativo fue más acentuado en aquellas plantas con manejo de raíces en el vivero.

La Tabla 6, muestra la interacción manejo radicular - fertilización, para la variable longitud de las tres raíces más largas cuyos resultados señalan que la longitud de raíces es mayor cuando las plantas sin manejo radicular son

fertilizadas en el vivero con nitrógeno hasta el final del período de crecimiento (fertilización nitrogenada prolongada).

TABLA 5. LONGITUD PROMEDIO (cm) DE LAS TRES RAICES MAS LARGAS PARA LA INTERACCION PODA A LA COSECHA (NINVEL C1 Y C2) Y MANEJO RADICULAR (NIVEL R1 Y R2)

<i>Manejo radicular</i>	<i>Poda a la cosecha</i>		<i>Media</i>
	<i>C1</i>	<i>C2</i>	
R1	8,45	20,36	14,40
R2	17,49	19,18	18,34
Media	12,97	19,77	

TABLA 6. LONGITUD PROMEDIO (cm) DE LAS TRES RAICES MAS LARGAS PARA LA INTERACCION FERTILIZACION (NIVEL F1 Y F2) MANEJO RADICUALR (NIVEL R1 Y R2).

<i>Fertilización</i>	<i>Manejo radicular</i>		<i>Media</i>
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	
F1	15,16	13,55	14,36
F2	13,66	23,12	18,39
Media	14,41	18,34	

4.1.3 Fertilización

En relación al factor fertilización, no existen diferencias significativas para las variables evaluadas del potencial de crecimiento radicular (Tabla 3).

Las diferencias en valores absolutos, en términos porcentuales, son de 6 % para el incremento del volumen radicular, de 14,9 % para el número de raíces nuevas y de 22 % para la longitud de las tres raíces más largas, entre una fertilización normal y una prolongada.

Resultados con fertilizaciones nitrogenadas prolongadas sobre el potencial de crecimiento radicular, no se han encontrado en la literatura. Sin embargo se ha experimentado para fertilizaciones normales. Por ejemplo, Donald (1988), indujo un máximo de potencial de crecimiento radicular 40 días antes de la cosecha. Respecto de la fertilización prolongada, existen estudios de sus ventajas sobre la respuesta de las plantas en terreno (Anderson y Gessel, 1966; Benzian et al., 1974 citado por Duryea, 1984; Van den Driessche, 1984; 1988; Sutton 1990), sin embargo existen excepciones, ya que si bien se obtienen buenos

resultados, éstos se logran principalmente en sitios marginales (Benzian et al., 1974 citados por Sutton, 1990) quien establece que estas aplicaciones tienen un mejor efecto en el número y longitud de raíces en plantas con deficiencias de P y N (Kormanick, 1986). Además, las fertilizaciones aplicadas fuera de temporada o prolongadas tienden a producir tejidos nuevos, susceptibles a heladas (Sutton, 1990; Escobar y Sánchez, 1992). La fertilización prolongada, permite una mayor cantidad de puntos de crecimiento (Sutton, 1990), los que son eliminados con la poda a la cosecha.

4.2 Escala semicuantitativa

Los resultados de la evaluación del potencial de crecimiento radicular utilizando el número de raíces producidas mayores o menores a 1 cm de longitud (Tabla 7), indican que esta metodología, creada por Burdett (1979a), no sería aplicable a E. globulus, por ser ésta una especie que produce tal cantidad de raíces que no permite una diferenciación por categorías.

TABLA 7. CLASIFICACION POR NUMERO DE RAICES PRODUCIDAS SEGÚN LA ESCALA SEMICUANTITATIVA DE BURDETT (1979a).

<i>Combinación</i>	<i>Nº de raíces</i>	<i>Categoría</i>
1	15	4
2	15	4
3	19	4
4	40	5
5	52	5
6	39	5
7	29	4
8	38	5

V CONCLUSIONES

1.- La poda de raíces realizada al momento de cosechar las plantas en vivero, afecta negativamente el potencial de crecimiento radicular de E. globulus.

2.- El manejo radicular, realizado en vivero, no afecta el potencial de crecimiento radicular de plantas de E. globulus.

3.- El esquema de fertilización nitrogenada, utilizada en el vivero, no afecta el potencial de crecimiento radicular de E. globulus.

4.- Los métodos de medición del potencial de crecimiento radicular (desplazamiento volumétrico, número de raíces nuevas y longitud de tres raíces más largas), independiente de su complejidad, entregan resultados similares.

5.- El método de la escala semicuantitativa de Burdett (1979a), no sería aplicable a estudios de potencial de crecimiento radicular en plantas de E. globulus, producidas a raíz desnuda.

VI RESUMEN

Utilizando el método aeropónico con agua atomizada se evaluó el potencial de crecimiento radicular de plantas de E. globulus producidas a raíz desnuda con distintos esquemas de manejo radicular, de fertilización nitrogenada y diferentes esquemas de manejo de raíces a la cosecha, en vivero.

Los resultados obtenidos señalan que el manejo de raíces y los esquemas de fertilización nitrogenada no tienen efecto en el potencial de crecimiento radicular. La poda de raíces realizada al cosechar las plantas afecta negativamente su potencial de crecimiento radicular.

El método de evaluación de la escala semicuantitativa (Burdett, 1979a) no es aplicable a plantas producidas a raíz desnuda para la especie.

SUMMARY

The root growth potential of bare-root E. globulus plants was evaluated by using the aeroponic method with atomized water and different kinds of root management, nitrogen fertilization and root management at harvest in nursery.

Results obtained show that root management and nitrogen fertilization have no effect on the root growth potential. Root pruning at harvest affect negatively the root growth potential.

The semiquantitative-scale method of evaluation (Burdett, 1979a) is not appliable to bare-root plants for this species.

VII BIBLIOGRAFIA

- 1.- Abod, A., K. Shepherd and E. Bachelard. 1979. Effects of lighth intensity, air and soil temperature on root regenerating potential of Pinus caribea var hondurensis and Pinus Kesiya seedlings. Aust. For. Res. 9: 173-184.
- 2.- Abod, A. and S. Sandi. 1983. Effects of restricted watering and its combination whith root pruning on root growth capacity, water status and food reserves of Pinus caribea var honduresnsis seedlings. Plant and Soil 71: 123-129.
- 3.- Andersen, P., E. Sucoff and R. Dixon. 1986. Effects of root zone temperature on root initiation and elongation in red pine seedlings. Can. J. For. Res. 16: 696-700.
- 4.- Anderson, W. and S. Gessel. 1966. Effects of nursery fertilization on outplanted Douglas-fir. J. For. 64: 109-112.
- 5.- Barros, S. 1991. Semillas y producción de plantas. En: Eucalyptus, Principios de silvicultura y manejo. pp 15-41.

José A. Prado y Santiago Barros (Edit.). Infor-Corfo, Santiago, Chile.

6.- Bassaber, C. 1993. Efecto de diferentes calidades de planta de las especies Eucalyptus globulus Labill, Psedotsuga menziesii (mirb.) Franco Y Pinus radiata D. Don establecidas en distintas esposiciones y posiciones en la pendiente. Tesis de grado. Universidad de Concep., Fac. Cs. Forest. Chillán, Chile.

7.- Burdett, N. 1979(a). New methods for measuring root growth capacity their value in assesing Lodgepole pine Stock quality. Can. J. For. Res. 9: 63-67.

8.- Burdett, N. 1979(b). A non destructive method for measuring the volume of intact plant pars. Can. J. For. Res. 9: 120-122.

9.- Burdett, N., D. Simpson and C. Thompson. 1983. Root development and plantation establishment succes. Plant and Soil 71: 103-110.

10.- Burdett, N. 1990. Physiological process in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. Can. J. For. Res. 20: 415-427.

11.- Cannell, R., P. Tabbush, J. Deans, M. Hollingsworth, L. Sheppard, J. Philipson and M. Murray. 1990. Sitka spruce and Douglas-Fir seedlings in the nursery and in cold storage: Root Growth Potential, Carbohydrate Content, Dormancy, Frost Hardiness and Mitotic Index. Forestry 63(1): 9-26.

12.- Carlson, C. 1985. Effects of natural chilling and cold storage on budbreak and root growth potential of Loblolly pine (*Pinus taeda* L.). Can. J. For. Res. 15: 651-656.

13.- Daniel, W., U. Helms y F. Baker. 1982. Principios de Silvicultura. Mc Graw-Hill. México.

14.- Deans, D., C. Lundberg, M. Canell, M. Murray and L. Sheppard. 1990(a). Root systems fibrosity of Sitka spruce transplants: Relationship whit root growth potential. Forestry 63(1): 1-7.

15.- Deans, C., C. Lundberg, P. Tabbush, M. Canell, L. Sheppard and M. Murray. 1990(b). The influence of desiccation, rough handling and cold storage on the quality and establishment of Sitka spruce planting stock. *Forestry* 63(2): 129-141.

16.- Dolata, R. 1986. Root regeneration potential. pp 80-86. In: Combined Western Forest Nursery Council and Intermountain Nursery Association Meeting. Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Tumwater, Washington, USA.

17.- Donald, M. 1988. The application of inorganic fertilisers to conditioned *Pinus radiata* prior to lifting as a means of improving root growth capacity. *South African Forest Journal* 146: 23-26.

18.- Donoso, C., B. Escobar y M. Bianchi. 1991(a). Técnicas de vivero y plantaciones para Raulí (*Nothofagus alpina*). En: Chile Forestal, Documento Técnico N° 53. 8 pp.

19.- Donoso, C., B. Escobar y M. Bianchi. 1991(b). Técnicas de vivero y plantaciones para Roble (*Nothofagus obliqua*). En: Chile Forestal, Documento Técnico N° 54. 8 pp.

20.- Donoso, C., B. Escobar y M. Bianchi. 1991(c). Técnicas de vivero y plantaciones para Coigue (Nothofagus dombeyi).

En: Chile Forestal, Documento Técnico N° 53. 8 pp.

21.- Duryea, M. 1984. Nursery Cultural Practice: Impacts on seedlings quality. pp. 143-164. In: Duryea, L and T. Landis. (Eds.). Forest Nursery Manual. Production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/w. Junk. Hague/Boston/Lancaster Org. St. Univ. Corvallis, Oregon, USA.

22.- Duryea, M. 1985. Principles, procedures and predictive abilities of major test, For. Res. Lab. Org. St. Univ. Corvallis, USA 143 pp.

23.- Duryea, M. and T. Landis 1984. Forest Nursery Manual. Production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/W. Junk. Hague Oregon. St. Univ. Corvallis, Oregon, USA, 385 pp.

24.- Escobar, R. 1991. Visión general de las modalidades de producción de plantas de Eucalyptus ssp. En el mundo. Técnicas más utilizadas, implicancias y tendencias futuras. En: Seminario situación actual y perspectivas en la producción de plantas a raíz desnuda y en container de

especies del género *Eucalyptus*. pp.3-13. Sierra, V. y M. Espinosa (Edit). Los Angeles, Chile. CMPC-Universidad de Concepción.

25.- Escobar, R. y M. Sánchez. 1992. Producción de plantas forestales: algunos aspectos. Universidad de Concepción. Dpto. Cs. For. Bol. Extensión Num. 51: 1-37.

26.- Escobar, R. 1994. La planta ideal. Silvotecnica 1994. Concepción, Chile.

27.- Farmer, E. 1979. Dormancy and root growth capacity of White and Sawtooth Oaks. *For. Sci.* 25(3): 491-494.

28.- Insley, H. and G. Buckley. 1985. The influence of dessication and root pruning on the survival and growth of broadleaved seedlings. *J. Hort. Sci.* 60: 377-387.

29.- Jaramillo, A. 1980. Review of thecniques used to evaluate seedling quality. Pp. 84-88. In: *Proceedings of Intermountain Nurseryman's Association and Western Forest Nursery Association, combined meeting. Forest Service. Intermountain Forest and Range experimental Station Boise, Idaho. USA.*

30.- Kormanick, P. 1986. Lateral root morfology as an expression of Sweetgum seedling quality. For. Sci. 32(3): 595-604.

31.- Krugman, L. and E. Stone. 1966. Tke effects of cold nighs on the root-regenerating potential of ponderosa Pine seedlings. For. Sci. 12: 451-459.

32.- Larson, M. and F. Whitmore. 1970. Moisture stress affects root regeneration and early growth of Red Oak seedlings. For. Sci. 16(4): 495-498.

33.- Larson, M. 1978. Effects of late-season and dark periods on initial growth of planted Northem Red Oak seedlings. Can. J. For. Res. 8: 67-72.

34.- Little, T. and J. Hills. 1978. Métodos estadísticcs para la investigación en la agricultura. Trillas, México, D. F.

35.- Montero, E. 1987. Principales factores que intervienen en el desarrollo de las plantas de Eucalyptus camaldulensis Dehnh en vivero. Tesis de grado. Escuela de Cs. Forestales, Univ. de Chile, Santiago, Chile. 127 pp.

36.- Nambiar, S. P. Cotterill and G. Bowen. 1982. Genetic differences in the root regeneration of radiata pine. *J. Of Experimental Botany* 33: 170-177.

37.- Rietveld, J. 1989. Evaluation of three root growth potential techniques whit tree seedligs. *New Forest.* 3: 181-189.

38.- Ritchie, A. 1984. Assessing seedling quality; pp. 243-259. In: *Forest Nursery Manual: Production of bareroot seedlings* (Eds. M. Duryea and T. Landis), Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers. Forest Research Laboratory, Oregon St. Univ. Corvallis. USA.

39.- Ritchie, A. 1985. Root growth potential: Principles, procedures and predictive ability. pp. 93-105. In: *Proceedings, Evaluatings seedlings quality: principles, procedures and predictive abilities of major tests.* Forest Research Laboratory, Oregon St. University, Corvallis.USA.

40.- Ritchie, A. 1987. Some effects of cold storage on seedlings physiology. *Tree Planters' Notes.* 38: 11-15.

41.- Ritchie, A. and J. Dunlap. 1980. Root growth potential: Its development and expression in forest tree seedlings. N. Z. J. For. Sci. 10: 218-248.

42.- Ritchie, A. and R. Shula. 1984. Seasonal changes of tissue-water relations in shoots and roots systems of Douglas-fir seedlings. For. Sci. 30: 538-548.

43.- Sampson, P., S. Colombo and C. Templeton. 1994. Programa de Evaluación de calidad de cultivos de Ontario. Silvotecnica, 1994. Concepción, Chile.

44.- Sánchez, V. 1987. Esquemas de acondicionamiento de plantas de Eucalyptus globulus 1/0 producidas a raíz desnuda. Tesis de grado. Univ. De Concepción. Fac. de Cs. For. Chillán. Chile.

45.- Stoeckeler, H. and P. Slabaugh. 1965. Conifer Nursery practice in the Prairie-Plains. U. S. Dep. of Agriculture, Forest Service. Agriculture handbook N° 279. 99 pp.

46.- Stone, E. 1955. Poor survival and the physiological condition of planting stock. For. Sci. 1: 90-94.

47.- Stone, E., J. Jenkinson and S. Krugman. 1962. Root regenerating potential by Douglas-Fir seedlings lifted at different times of the year. For. Sci. 8: 288-297.

48.- Stone, E. and G. Shubert. 1959. Root regeneration by ponderosa pine seedlings lifted at different times of the year. For. Sci. 5: 322-332.

49.- Stone, E. and J. Jenkinson. 1970. Influence of soil water on root growth capacity of ponderosa pine transplants. For. Sci. 16; 230-239.

50.- Stupendick, J. and K. Sheperd. 1979. Root regeneration of root-pruned Pinus radiata seedlings. In: Effects of air and soil T°. Australian Forestry 42: 142-149.

51.- Sutton, R. 1979. Planting stock quality and grading. Forest Ecology and Management 2: 123-132.

52.- Sutton, R. 1983. Root growth capacity: Relationship whit field root growth and performance in outplanted Jack Pine and Black pruce. Plant and Soil 71: 111-122.

53.- Sutton, R. 1990. Root growth capacity in coniferus forest trees. Hortscience 25(3): 259-266.

54.- Tabbush, P. 1986. Rough handling, soil temperature, and root development in outplanted Sitka Spruce and Douglas-Fir. Can. J. For. Res. 16: 1385-1388.

55.- Thompson, B. 1985. Seedlings morphological evaluation - What you can tell by looking. Pp. 59-68. In: Duryea, M. and T. Landis. 1985. Principles, procedures and predictive abilities of major test. Corvallis, Oregon St. For. Res. Laboratory, Oregon State University.

56.- Urrutia, E. 1992. Caracterización y comportamiento en vivero de tres procedencias de semillas de Eucalyptus globulus Labill. ssp globulus cosechadas en Chile. Tesis de grado. Univ. De Concepción. Fac. de Cs. Agrop. Y For. Dpto. de Cs. For. Chillán, Chile.

57.- Valenzuela, H. 1967. Nociones de Silvicultura. Instituto Forestal. Chile. Manual N° 3. pp 130.

58.- Van den Driessche, R. 1984. Relationship between spacing and nitrogen fertilization of seedling in the

nursery seedling mineral nutrition, and outplanting performance. Can. J. For. Res. 14: 431-436.

59.- Van den Driesshe, R. 1988. Nursery growth of conifer seedlings using fertilizers of different solubilities and application time, and their forest growth. Can. J. For. Res. 18: 172-180.

60.- Wakeley, P. 1954. Planting the southern pines. Agric. Monog. N° 18. Washington, D. C. : U. S. Department of Agriculture, Forest Service; 233 p.

61.- Webb, D. 1977. Root regeneration and bud dormancy of Sugar Maple, Silver Maple, and White Ash seedlings. Effects of chilling. For. Sci. 23(4): 474-483.

62.- Winjum, J. 1963. Effects of lifting date and storage on 2 + 0 Douglas-Fir and Noble Fir. J. of Forestry 61: 648-654.

APENDICE



TABLA 1 A VALORES PROMEDIO DE LAS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PRE MUESTREO PARA LAS COMBINACIONES DE FACTORES EN VIVERO.

Combinación	N° de hojas	Diámetro de cuello (cm)	Altura (cm)
1	14	6,15	34,5
2	15	7,04	34,8
3	14	5,95	34,6
4	13	6,21	35,0
5	15	5,64	34,6
6	16	6,62	34,5
7	16	6,54	34,8
8	11	6,65	35,0