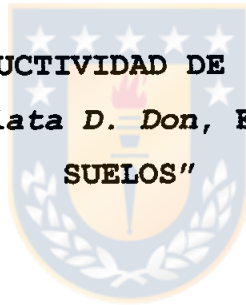


U N I V E R S I D A D D E C O N C E P C I O N

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

Departamento Silvicultura

"COMPORTAMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE PLANTAS PROVENIENTES DE
ESTACAS DE *Pinus radiata* D. Don, EN DIFERENTES TIPOS DE
SUELOS"




CONCEPCION - CHILE

2001

"COMPORTAMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE PLANTAS PROVENIENTES DE ESTACAS DE *Pinus radiata* D. Don, EN DIFERENTES TIPOS DE SUELOS"

Profesor Asesor




René Escobar Rodríguez

Profesor Asociado

Técnico Forestal

Profesor Asesor



Manuel Lineros Parra

Profesor Asistente

Ingeniero Forestal, M. Sc.

Director Departamento
Silvicultura




Manuel Sanchez Olate

Profesor Asociado

Ingeniero Forestal, Doctor

Decano Facultad de
Ciencias Forestales



Fernando Drake Aranda

Profesor Asociado

Ingeniero Forestal

Calificación de la Memoria de Título:

René Escobar Rodríguez : Ochenta y cinco puntos

Manuel Lineros Parra : Ochenta y cinco puntos



A mi hijo Vicente

AGRADECIMIENTOS

En estas líneas deseo agradecer a las personas que de alguna manera colaboraron con la realización del trabajo que culmina en estos momentos.

A don René Escobar, profesor asesor quien tuvo el tiempo y la paciencia durante todos estos años para atender mis dudas y consultas , además por haber aceptado ser mi profesor guía después de mis fallidos intentos de comenzar mi tesis de grado ayudándome de esta forma a finalizar esta etapa de mi vida.

A Manuel Lineros P., quien junto con cumplir la función de asesor, me motivó y ayudó a completar mi memoria. Además por su paciencia para atenderme en los muchos momentos que lo necesite para realizar mis consultas.

En forma especial, a José Alvarez, quien creyó en mi y me entrego la información necesaria que permitió el desarrollo de la presente memoria.

A Marcelo, mi marido, por su cariño y constancia, la que me permitió salir adelante en muchas ocasiones difíciles en el transcurso de esta memoria.

Finalmente, pero por ello no menos importante, deseo dar las gracias a mi Madre, quien a pesar de los difíciles momentos que vive, nunca dejo de acompañarme y de apoyarme durante todos estos años.

INDICE DE MATERIAS

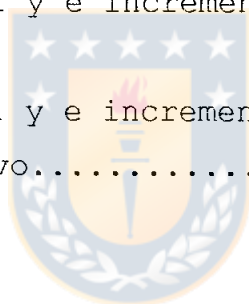
CAPITULOS	PAGINA
I	INTRODUCCIÓN.....1
II	MATERIALES Y METODOS.....4
	2.1 Materiales.....4
	2.2 Descripción de las áreas.....4
	2.3 Tratamientos.....5
	2.3.1 Variables medidas.....6
	2.3.2 Análisis estadístico.....6
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....7
IV	CONCLUSIONES.....13
V	RESUMEN.....14
VI	SUMMARY.....15
VII	BIBLIOGRAFÍA.....16

INDICE DE TABLAS

TABLA N°	PAGINA
<u>En el Texto</u>	
1	Características climáticas de los predios.....4
2	Variable y tratamientos.....5
3	Manejo Silvicola.....6
4	Análisis de varianza para los predios y tratamientos por cada variable en estudio.....11
5	Análisis de varianza para las variables en Estudio.....12

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	PAGINA
<u>En el texto</u>	
1 Relación DC inicial y supervivencia.....	7
2 Relación DC inicial y e incremento DC.....	8
3 Relación DC inicial y e incremento altura.....	9
4 Relación DC inicial y e incremento en el Factor de productivo.....	10



I. INTRODUCCIÓN

El establecimiento de plantaciones involucra una serie de etapas, las que van secuencialmente encadenadas y que al ser manejadas eficazmente, contribuyen al aumento de la productividad de las mismas. Entre ellas destacan : (1) la selección y desarrollo de un sistema adecuado de regeneración, (2) especie a establecer, (3) sitio y método de plantación; dependiendo principalmente de las condiciones o atributos de las plantas para sobrevivir y crecer en terreno (Duryea y Mc Clain, 1984; Dougherty y Duryea, 1991).

El mejoramiento genético se inicia con la selección de individuos en los bosques o áreas de interés, estos árboles son denominados arboles "**Plus**", que se caracterizan por ser sobresalientes de acuerdo a sus características fenotípicas, las cuales pueden ser propagados por semillas - reproducción sexual- a través de polinización abierta, cruzamientos controlados y mediante técnicas de propagación vegetativa por medio de estacas, reproducción asexual,(Brown,1984). Esta última ha mostrado ser más rápida y efectiva para maximizar el aprovechamiento de semillas de alto valor genético y comercial, es decir, ofrece la posibilidad de propagar fácilmente genotipos seleccionados (Cabas y Salinas, 1991; Eldrige y Owen, 1986; Menzies, 1988). Además, se ha observado en las plantaciones, árboles con mayor rectitud, mayor porcentaje libres de defectos(Pederick y Eldrige, 1983; Klomp **et al**, 1995), menos ramas laterales y menor diámetro(Libby **et al**, 1972; Struve y Mc Keand, 1990; todos citados por Fajardo, 1996), mayor tendencia ha producir una sola flecha terminal, mayor rendimiento y copas más

permeables que permiten una mejor tolerancia al viento, aumentando la estabilidad (Faulds, 1989; Menzies **et al.**, 1991).

El potencial genético debe manifestarse en distintos sitios; para esto, es necesario manejar en forma eficiente las características morfológicas de las plantas ha producir en vivero, optimizar los procesos de extracción, manipulación, almacenamiento y transporte hacia los lugares de plantación (Escobar, 1994). En éstos, la modificación de las características indeseables del sitio (compactación del suelo), control de malezas y fertilización, contribuirán a expresar dicho potencial (Mexal y Landis, 1990; Escobar y Sánchez, 1994).

Las características morfológicas iniciales de las plantas, tales como: altura, diámetro de cuello (DC) y número de raíces; han sido investigadas encontrando una alta correlación con la productividad de las plantaciones (Kormanik, 1986; citado por Fajardo A., 1996).

La literatura menciona la existencia de algunas experiencias, tendientes a establecer la relación entre DAC inicial de plantas, su crecimiento y desarrollo en distintos sitios. Escobar y Bassaber en 1993, determinaron que el diámetro de tallo tiene un efecto directo sobre las tasa de crecimiento en altura y diámetro de las plantas; también, Duryea en 1984, concluyó que la altura tiene influencia en las tasa de crecimiento en terreno. No obstante, en el país, no existen estudios o investigaciones acerca del potencial productivo, de plantas con genotipo superior, sometidas a tratamiento de silvicultura intensiva.

En vista de lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el comportamiento y productividad de plantas provenientes de estacas de ***Pinus radiata* D. Don**, de distintos diámetros de cuello (DC) iniciales, para cinco tipos de sitio representativo del patrimonio de Forestal Mininco S.A.



II MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Materiales

El material utilizado corresponde a plantas provenientes de estacas de setos de dos años de edad, de ***Pinus radiata D. Don*** de las familias mejoradas genéticamente E-20 (clon20), E-41 (clon41) ; C-18(clon 18) de los viveros Bio-Bio y Colicheu.

2.2 Descripción de las áreas.

Para el desarrollo de este estudio, las plantas se establecieron en cinco predios pertenecientes a la empresa Forestal Mininco S.A., siendo cada uno un ensayo, representativo de una condición de suelo y clima (tabla 1). Estos fueron: "Escuadrón", 18 km al sur de Concepción; "Santa Lucía", 12 km al noreste de Huepil; "Santa Isabel de Rarincó", 6 km al noreste de Los Angeles; "Santa Balbina", 2 km al oriente de Collipulli y "Santa Candelaria", 6 km al poniente de Renaico (INIA, 1985).

Tabla 1. Características climáticas de los predios.

Predio	Serie de Suelo	Precipitación media anual (mm)	Temperatura media anual (°C)
Escuadrón	Nahuelbuta	1014	12,1
Santa Lucía	S.Barbara	1750	19,5
Santa Isabel	Arenales	1350	17,8
Santa Balbina	Collipulli	1350	15,8
Santa Candelaria	San Esteban	1100	14,0

2.3 Tratamientos

En cada ensayo se establecieron 6 tratamientos considerando diferentes diámetros de cuello de las estacas (DC) como se indica en la tabla 2.

Tabla 2. Variable y tratamientos.

variable (mm)	tratamiento					
	1	2	3	4	5	6
DC inicial	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0

Una vez seleccionadas las plantas por diámetro de cuello, se empacaron de acuerdo al tratamiento y fueron ordenadas aleatoriamente indicando el lugar en terreno donde fueron plantadas a un espaciamiento de 2 x 3 m. Posteriormente a la plantación, se identificaron las plantas registrando diámetro de cuello con un pie de metro, a la precisión de una décima de milímetro y la altura con una regla graduada a la precisión del centímetro.

El diseño experimental utilizado fue uno completamente aleatorio con 6 tratamientos y 3 repeticiones cada uno; la unidad experimental fue una hilera de 15 plantas. Los ensayos fueron establecidos bajo un esquema silvícola (tabla3) incluyendo preparación del suelo, control de malezas y fertilización.

Tabla 3. Manejo silvícola.

Fundo	Preparación de Suelos	Control de malezas	Fertilización
Escuadrón	No	Total 0-1-2	N+P+B
S. Lucía	No	Total 0-1-2	N+P+B
S. Isabel	No	Total 0-1-2	N+P+B
S. Balbina	Subsolado	Total 0-1-2	N+P+B
S. Candelaria	Casilla Mec.	Total 0-1-2	N+P+B

2.3.1 Variables medidas.

Se midió la altura total y el diámetro de tallo a cada planta, al inicio y final del período de experimentación, julio de 1995 y Octubre de 1998, respectivamente. Además, se determinó la supervivencia al final del estudio expresando las plantas vivas con relación al número inicial establecidas en el estudio. Otra variable estimada fue el factor de productividad potencial (FPP) de una planta usando para ello la relación siguiente:

$$FPP = DC^2 * H$$

donde:

DC = Diámetro altura cuello, cm

H = Altura total, cm.

2.3.2 Análisis estadístico

Los resultados se analizaron estadísticamente de acuerdo al diseño utilizado, con el objeto de disminuir el efecto de las diferencias iniciales y de otros factores sobre las variables a medir, se realizó un análisis de covarianza (Caballero, 1973).

III. RESULTADOS Y DISCUSION

En la figura 1, se observa el efecto del DC inicial en la supervivencia de plantas de *Pinus radiata* D. Don para cada uno de los predios. Los resultados corresponden a la evaluación final de Octubre de 1998.

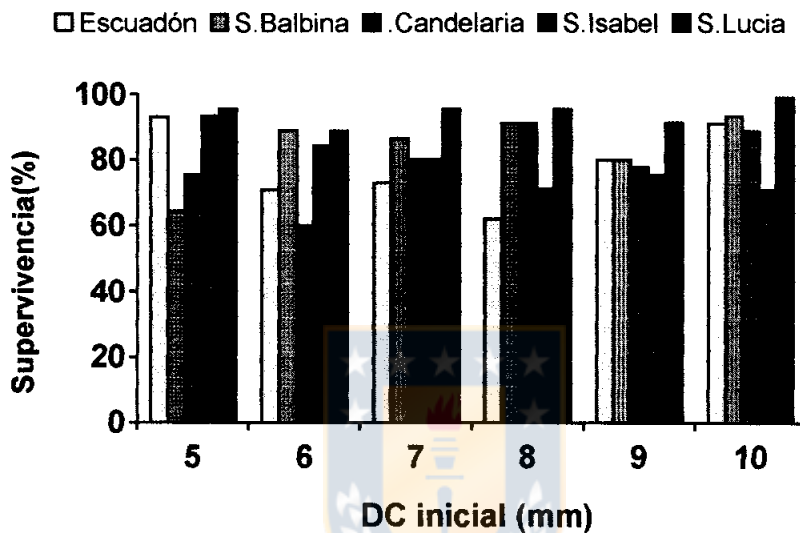


Figura 1. Relación diámetro de cuello(DC) inicial y supervivencia.

La figura 1 muestra que la supervivencia más alta fue en el predio Santa Lucia y la calidad de planta que mejor se comportó fue DC 6 mm, con un 100% de supervivencia, la alta supervivencia en dicho predio se puede explicar por la ausencia de rotaciones anteriores y escasa competencia en el lugar.

La supervivencia promedio en Escuadrón fue de un 78,3% considerándose muy baja, ya que por antecedentes de ensayos y plantaciones anteriores siempre ha presentado los valores más altos, esto se debe probablemente, a los fuertes vientos en la zona del ensayo, lo que produjo en algunas ocasiones

levantamiento e inclinación de las plantas, las que posteriormente murieron. También otra posible explicación esta en el hecho de que se trata de una reforestación fertilizada con nitrógeno lo que puede ocasionar problemas de supervivencia en la especie como lo han determinado González et al, 1980. En Santa Balbina, la más alta tasa de supervivencia 93,3 %, se obtuvo con la calidad de planta con DC 10 mm, en los otros predios Santa Candelaria y Santa Isabel la supervivencia promedio fue de 78,9 y 79,2 % respectivamente.

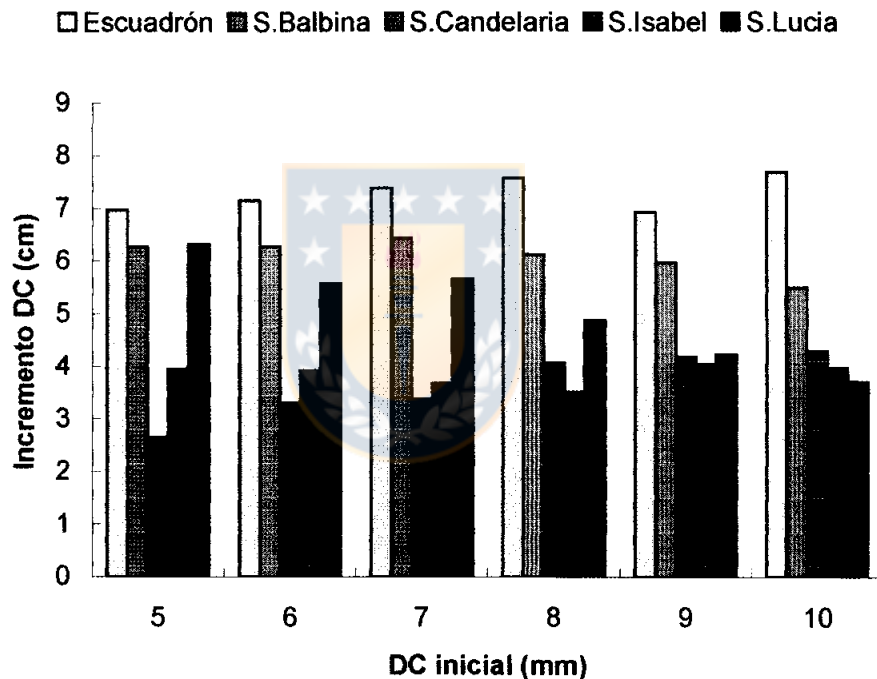


Figura 2. Relación diámetro de cuello (DC) inicial e incremento DC.

En Escuadrón los incrementos medios en DC fluctúan entre 69,3 y 76,9 mm. siendo el más alto DC 10 mm y él más bajo al DC 8 mm; en Santa Balbina los incrementos medios en DC fluctúan entre 54,9 y 64,3 mm., siendo el más alto el con DC 7 mm y el

más bajo el con DC 10 mm; en Santa Candelaria oscilaron entre 26,5 y 42,9 mm. siendo el más alto el con DC 10 mm y el más bajo el con DC 5 mm; en Santa Isabel los valores fluctuaron entre 35,1 - 40,4 mm siendo la respuesta más alta el DC 9 mm y el más bajo el DC 8 mm y en Santa Lucia los valores fueron de 37,1-63,1 mm, siendo el valor más alto aquel con DC 5 mm y el más bajo con DC 10 mm.

Por lo expuesto anteriormente, es posible concluir que el DC inicial no predice o no se relaciona significativamente con el crecimiento en diámetro de las plantas provenientes de estacas.

La Figura 2 demuestra claramente que dentro de cada predio no hay una diferencia en el incremento en DC, no así entre cada predio donde se observa una diferencia significativa en la variable respuesta DC.

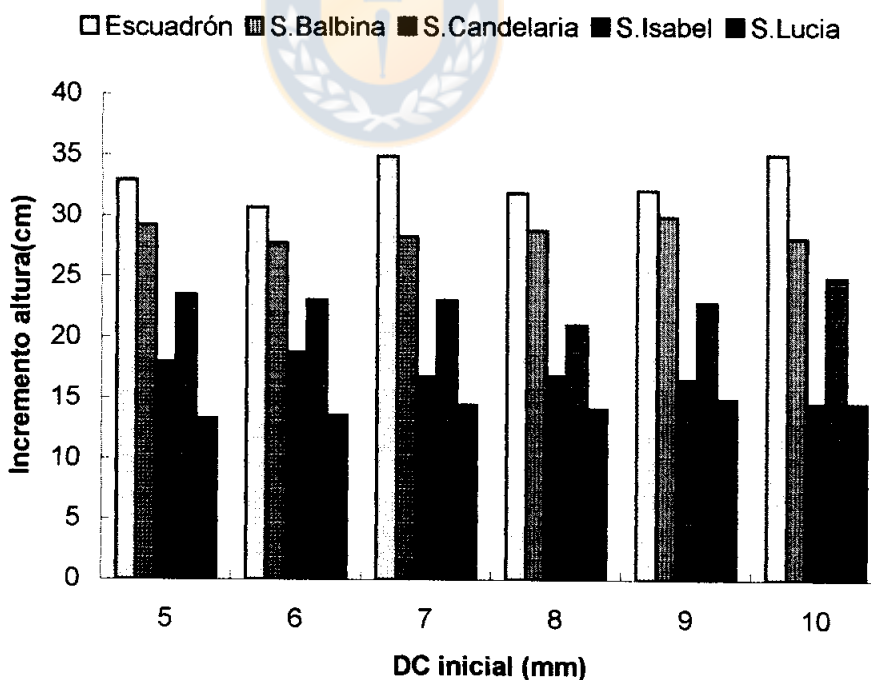


Figura 3. Relación diámetro de cuello(DC) inicial e incrementos en altura.

En la figura 3, se observa que en los distintos tratamientos no hay un incremento en altura significativo. En Escuadrón los incrementos en altura fluctuaron entre 306,95-349,91mm. El mayor se presentó con DC 10 mm, el menor con DC 6 mm; En Santa Balbina los incrementos en altura fueron de 277,22-298,91 mm. siendo el más alto aquel con DC 9 mm y el más bajo el con DC 6 mm.

En Santa Candelaria los IH fluctuaron entre 145,65 y 187,54 mm, siendo el más alto el con DC 6 mm y el más bajo el DC 10 mm; En Santa Isabel los valores fueron desde 210,19 hasta 249.33 mm, siendo el más alto el con DC 10 mm y el más bajo incremento en altura el DC 8 mm y finalmente en Santa Lucía el IH fue de 133,12 y 148.95mm para el DC 9 y el DC 5 mm respectivamente.

En general, el DC inicial de plantas provenientes de estacas no predice satisfactoriamente el crecimiento en altura de éstas.

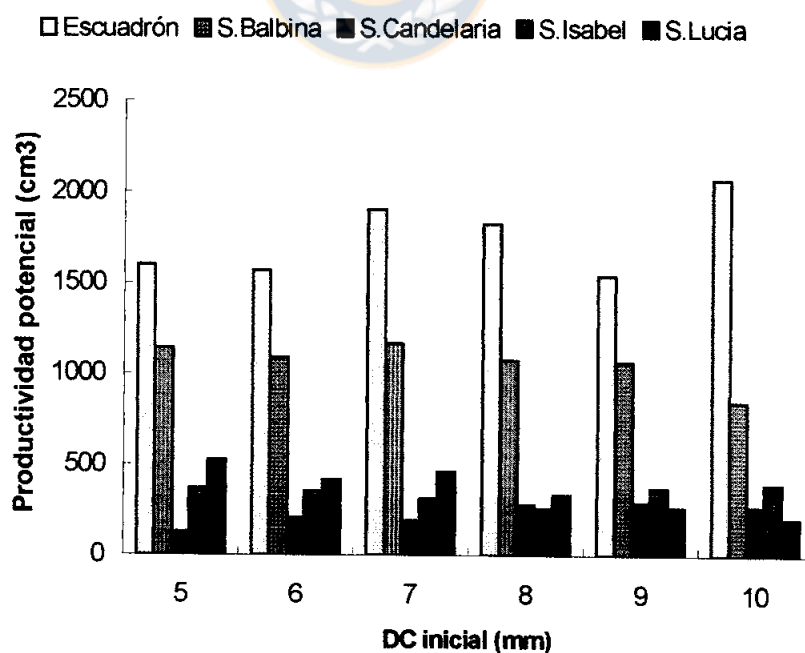


Figura 4. Relación diámetro de cuello(DC) inicial e Incremento en el factor productivo.

En la tabla 4, se demuestra lo antes expuesto en relación a las diferencias significativas en las variables respuestas entre cada uno de los sitios por cada uno de los tratamientos.

Tabla 4. Análisis de varianza para los predios y tratamientos por cada variable en estudio.

Variable	Fc	Fm
IDC	23,48 (*)	1,75
IH	26,99 (*)	1,75
IFP	28,52 (*)	1,75

(*)diferencia significativa, $PP \leq 0,01$

donde:

IDC: Incremento diámetro cuello

IH : Incremento altura

IFP: Incremento factor productivo.

En la tabla 5, se desprende que no existen diferencias significativas para las variables respuestas IDC, IH e IFP, entre cada uno de los predios en estudio.

Tabla 5. Analisis de Varianzas para las variables en estudio.

Predio	IDC	IH	IFP
Escuadrón	0,87	1,16	1,67
Santa Balbina	0,11	0,42	0,16
Santa Candelaria	0,51	0,54	0,54
Santa Isabel	2,08	0,33	2,17
Santa Lucía	2,69	2,84	2,92

Considerando las diferencias existentes entre los predios y basándose en la información recopilada con el fin de producir plantas a partir de estacas con características definidas para cada sitio (función de las respuestas morfológicas obtenidas y las tasas de crecimiento observadas en cada sitio) se recomienda a la empresa producir para cada predio diámetros de cuello diferente.

IV. CONCLUSIONES

1. El diámetro inicial de las plantas provenientes de estacas dentro de cada predio o sitio, no se relacionan con el incremento en diámetro de cuello, altura y factor productivo.
2. El diámetro inicial de las plantas provenientes de estacas, en conjunto con la calidad de sitio se relacionan con el incremento en diámetro de cuello, altura y factor de producción.



V. RESUMEN

El trabajo evaluó el efecto del diámetro inicial de cuello de plantas provenientes de estacas de ***Pinus radiata* D. Don.**, en cinco predios de forestal Mininco S.A.

Se utilizaron estacas entre 5 y 10 mm de diámetro, para determinar el efecto sobre: el incremento en diámetro, en altura y factor de productividad potencial.

Los resultados indicaron que no hubo efecto del diámetro de tallo inicial sobre las variables evaluadas, en cambio se observó diferencia entre predios.



VI. SUMMARY

Initial diameter of *Pinus radiata* D. Don, shoots were measured from five localities belonging to Forestal Mininco S.A.

Shoot from 5 to 10 mm diameter were used for determine the effect on diameter increment, tall size and productivity potential factor.

The results indicate that no effect were observed in the initial diameter on the evaluated parameters, instead localities differences were detected.



VII. BIBLIOGRAFIA

- Bassaber, C.S. 1993. Efecto de la exposición , posición en la pendiente y calidad de plantas en la supervivencia y crecimiento inicial de las especies *Eucalyptus globulus* Labill., *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. y *Pinus radiata* D. Don . Tesis de grado Universidad de Concepción, Fac. Cs Forestales, Depto de Silvicultura. Chillán, Chile.
- Brown, G. N. 1984. Introduction: Seedling physiology and reforestation success en: M.L. Duryea, y G.N. Brown, eds. Martinus Nijhoff/ Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.326p.
- Cabas, A. y M. Salinas. 1991. Programación de cuttings. Clones Conaf VIII Región.
- Dougherty, P.M., and M.L. Duryea, 1991. Regeneration: an overview of past trends and basic step needed to ensure future success. pp3-7. En: M.L. Duryea, and P. M. Dougherty, eds. Forest Regeneration manual. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 433 p.
- Duryea, M. L. 1984. and K. M. McClain. 1984. Altering seedling physiology to improve reforestation success. pp 77-114. En: M. L. Duryea, and G. N. Brown, eds. seedling Physiology and reforestation suceess . Martinus Nijhoff / Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht. 326 p.

- Eldrige, K.G., Menzie, M. and Owen, J. V. 1986 .
Workshop on growing radiata pine from cuttings. Forest
Research Institute, Bulletin N°135. New Zealand.
- Escobar, R. y M. Sánchez. 1992. Producción de plantas
forestales: algunos aspectos .Boletín de extensión N°
51. Dpto. de Cs. Forestales, Fac. de Cs. Agron. y
Forestales, Universidad de Concepción.
- Escobar, R. 1994. La planta ideal. En: Forestal Mininco S.A.,
Fundación Chile, Silvotecnica IV "Producción de plantas"
Concepción, Chile.
- Fajardo A. 1996. "Efecto del número de raíces laterales
sobre el comportamiento de plántulas y estacas." Tesis
de grado Universidad de Concepción, Fac. Cs
Forestales, Depto. de Silvicultura. Chillán, Chile.
- Faulds T. and Dibley M.J. 1989. Growing Radiata Pine from
juvenile Cutting. 176p.
- González, G.,C. González, R. Escobar y J. Millán. 1980.
Fertilización de plantaciones en Chile. Documento 51 de
Fomento Forestal. Proyecto , FAO / Conaf/ PRUD
Santiago, Chile.
- Klomp B, T. Holden, Faulds and M. J. Dibley. 1995. Setting of
rooted cutting in the field . Forest Research
Institute, 236p.
- INIA, 1985.Documento Técnico. Serie de suelos y climas.

- Libby, W. J., A. G. Brown, and J.M. Fielding. 1972. Effects of hedging radiata pine on production, rooting, and early growth of cutting. *New Zealand of Forestry Science*, 2(2): 263-283.
- Menzies, M.I. 1988. Calidad y especificaciones de la planta de semillero de pino radiata .Forest Research Institute N°171.
- Menzies, M., B. Klomp, and G. Holden. 1991. Promising future for radiata pine cuttings. Forest Research Institute, N°212.
- Mexal, J.G. and T. D. Landis, 1990 . Targets seedling concepts: Height and diameter. pp 17-35. En: R. Rose, J. Campbell and T. D.Landis, eds. Targets seedling symposium : Proceedings, combined Meeting of the western forest nursery associations USDA For . Serv.Gen. Tech. Rep. RM-200, Roseburg Oregon 286 p.
- Pederick, L.A., and K.G. Eldrige. 1983. Characteristics of future radiata pine achievable by breeding. *Australian Forestry*, 46 (4): 287-293.

