

Efecto de distintos regímenes de manejo radicular en el crecimiento de plantas de raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl) Oerst.) 1-0 a raíz desnuda

Effect of different conditioning regimes over the growth of 1-0 bare-rooted rauli (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl) Oerst.) plants

MAURO E. GONZALEZ, CLAUDIO DONOSO, BERNARDO ESCOBAR

Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

SUMMARY

With the purpose of studying the effect of different conditioning regimes on the growth of bare rooted 1-0 sapling of *Nothofagus alpina*, an essay was set up in an experimental nursery in Valdivia.

Response of the sapling to two initial moments of conditioning with different root management schemes was tested through a factorial experiment. Results were evaluated using typical morphological plant characteristics. The growth rate in height and plant mortality were also monitored during the conditioning period.

Plants which were conditioned late reached significantly higher values in all the variables. Only the dry weight of fine roots reached significantly higher values when plants were conditioned early.

Likewise, plants with some kind of root management scheme, reached significantly lower values in every morphological parameter evaluated when compared with the control; the dry weight of fine roots and of the root system were the only variables that increased significantly. Plants conditioned early as well as those in which some root management scheme was used reached more balanced morphological relations. The Dickson index proved to be a poor predictor of plant quality for this species.

Mortality due to this management was not important. Height growth rate presented an important reduction in plants with root management when compared to the control.

Key words: Root management, plant production, *Nothofagus alpina*, nursery.

RESUMEN

En el vivero experimental de la Fac. de Ciencias Forestales se estableció un ensayo tendiente a dilucidar el efecto de distintos regímenes de manejo radicular sobre el crecimiento de plantas de raulí (*Nothofagus alpina*) 1-0 producidas a raíz desnuda. Se probó la respuesta de las plantas a dos momentos de inicio de las labores de manejo radicular con distintos esquemas, a través de un experimento factorial, siendo los resultados evaluados en función de los atributos morfológicos comúnmente utilizados. También el ritmo de crecimiento en la altura y mortalidad fue monitoreado durante el acondicionamiento.

Las plantas acondicionadas¹ más tardíamente (nivel a2) logran valores significativamente superiores en todas las variables morfológicas evaluadas, excepto en el peso seco de raíces finas, donde las plantas acondicionadas más tempranamente (nivel a1) alcanzan valores significativamente mayores. De la misma manera, las plantas sometidas a algún tipo de esquema de manejo radicular alcanzan valores significativamente menores en todas las variables morfológicas evaluadas, respecto del testigo (sin manejo radicular). Sólo el peso seco de raíces finas y del sistema radicular es incrementado significativamente producto de estas labores. Las plantas acondicionadas más tempranamente (a1), así como aquellas en que se aplicó algún tipo de esquema de manejo radicular, logran establecer relaciones morfológicas más balanceadas. El índice de Dickson demostró su escasa aptitud como predictor de calidad de plantas para esta especie.

Las plantas con manejo radicular mostraron una importante reducción del ritmo de crecimiento en altura respecto del testigo, siendo determinante en esta situación el primer descalce. La mortalidad producto de estas labores es poco apreciable.

Palabras claves: Manejo radicular, producción de plantas, *Nothofagus alpina*, vivero.

¹ Acondicionamiento o manejo radicular se entiende, en este estudio, como las labores de poda radicular y descalce.

INTRODUCCION

Extensas superficies precordilleranas cubiertas de bosques nativos, que albergaban en su composición original valiosas especies, fueron empobrecidos o eliminados parcial o totalmente a través de sucesivas explotaciones: floreos, habilitación de terrenos para fines agrícolas, y quemas, entre otros. En el presente, muchas áreas desprovistas de su vegetación original, así como también bosques alterados, suman importantes superficies de gran potencialidad para el establecimiento de especies de gran interés como son las del género *Nothofagus*.

El manejo intensivo de muchas tierras forestales a través del mundo ha resultado en un marcado viraje desde la regeneración del bosque por medios naturales a las prácticas de regeneración por plantación. Es así como la regeneración artificial ofrece una alternativa de alto interés para la valorización y conservación de nuestros bosques nativos.

Este método de regeneración significa producir el material de plantación en un lugar distinto a aquel en donde se establecerá el bosque, lo que conlleva una serie de trastornos físicos y fisiológicos en el proceso cosecha-plantación, conocido como shock de trasplante (Chavasse, 1980; Escobar, 1990). Por otro lado, debido a que la gran mayoría de las especies, en sus primeras etapas de crecimiento, presentan una gran desproporción y desequilibrio entre su parte aérea y radicular -factor de gran importancia en el establecimiento artificial de bosques- se hace necesario someterlas a un conjunto de labores culturales.

La calidad de las plantas es un factor determinante en el comportamiento de la plantación, y ésta ha sido definida por numerosos autores como "la mayor tasa de supervivencia y crecimiento inicial en un sitio determinado" (Duryea, 1985).

Una de las labores culturales que apunta a este objetivo es el acondicionamiento o manejo radicular, también denominado cultura radicular (Chavasse, 1980; Duryea, 1984; Escobar, 1990), que tiene por finalidad producir un material más resistente y con suficientes reservas para que una vez establecidas respondan rápidamente, emitiendo nuevas raíces y creciendo en altura (Van Dorsser, 1976; Escobar, 1990).

Dos procesos esenciales están involucrados en esta operación, la poda radicular y el descalce de raíces. La poda radicular involucra simplemente

cortar las raíces sin alterar la planta. El descalce también involucra el corte de raíces, pero en este caso el suelo y la planta son alzados ligeramente de la platabanda, con lo que se produce la aireación y soltura del suelo (Shepherd, 1986).

Numerosos autores (Cameron y Rook, 1969; Rook, 1969, 1971, 1973; Van Dorsser y Moberly, 1971; Will *et al.*, 1971; Rook y Hobbs, 1972; Van Dorsser y Rook, 1972; Minko y Craig, 1976; Benson y Shepherd, 1977; Chavasse, 1980; Duryea, 1984; Escobar y Rivera, 1985; Shepherd, 1986; Liegel y Venator, 1987; Escobar y González, 1987) han estudiado en detalle los efectos de esta labor cultural, las modificaciones que origina en los atributos morfológicos y fisiológicos de las plantas en vivero y su comportamiento en terreno, respecto a supervivencia y crecimiento. Es así como existe abundante evidencia en relación a que las técnicas de acondicionamiento de las plantas en vivero conducen a la obtención de un material de plantación más resistente, capaz de soportar el estrés que ocurre entre la extracción del vivero y la plantación en terreno (Armitage, 1969 cit., por Chavasse, 1980).

La experiencia reunida respecto a estas labores culturales para las especies nativas del género *Nothofagus* es escasa y muy preliminar. Los antecedentes recopilados dan cuenta de que estas labores han sido implementadas más bien en forma práctica, en base a la experiencia que se tiene con las especies exóticas *Pinus radiata* y *Eucalyptus* spp.

Estudios realizados sobre algunas técnicas en el tratamiento de semillas y producción de plantas para las especies roble (*Nothofagus obliqua*) y raulí (*Nothofagus alpina*), mencionan la necesidad de efectuar labores de manejo radicular, para lograr plantas más equilibradas entre su parte aérea y radicular (Moreno y Ramírez de Arellano, 1976; Ilabaca y Valenzuela, 1980; Muñoz, 1982; Werner, 1986).

Experiencias prácticas llevadas a cabo en viveros experimentales indican algunos procedimientos generales en la ejecución de estas labores. López *et al.* (1986) recomiendan para las especies raulí, roble y ruil (*Nothofagus alessandri*) efectuar la poda de raíces en invierno del primer año, si el material producido será 1/1 ó 2/0. Donoso *et al.* (1991a, 1991b, 1992) recomiendan para roble iniciar el manejo radicular en el mes de marzo, los que incluyen una poda de raíces y dos descalces posteriores con un intervalo de 7 días entre ellos. Para plantas de coigüe 1/0, indican que la profundidad de poda de raíces debe estar comprendida entre 8 y 10 cm y en plantas más grandes 1/1, de 12 a 15

cm. Esta indicación es igualmente válida para roble y raulí 1/0 y 1/1, ya que al aumentar la profundidad de poda en plantas 1/1, se está amortiguando o previniendo el estrés a causa de la deshidratación derivada de una mayor masa foliar.

La decisión de "cuándo" acondicionar las plantas de roble y raulí 1/0 está sujeta a una altura mínima, que está comprendida entre los 20 y 25 cm, que corresponde temporalmente a fines de febrero a principios de marzo. En plantas mayores de roble, raulí y coigüe, el acondicionamiento puede ser implementado desde fines de febrero. Sin embargo, estas labores podrían iniciarse más tempranamente (diciembre-enero), resultando en una mayor calidad de las plantas, producto de la mejor estructura radicular y relaciones de la parte aérea y radicular².

Algunas experiencias en viveros en Valdivia³, que producen plantas nativas y especialmente raulí, indican que el acondicionamiento se inicia en junio-agosto con el repique de las plantas para el segundo período de crecimiento, realizando una poda de raíz con tijeras planta por planta. En octubre se realiza una poda de raíces y dos semanas después se repite la operación. En diciembre nuevamente se ejecuta la misma operación y finalmente en enero se realiza un descalce. Además, se llevan a cabo algunas labores de poda aérea, orientada principalmente a eliminar la doble flecha o ramas laterales largas.

Van Dorsser (1980) señala para algunas especies de *Nothofagus* de Nueva Zelanda, que para

fomentar el desarrollo de un compacto y fibroso sistema radicular, las plantas deben ser podadas a una profundidad de 10 cm antes de que sean trasplantadas. Luego, al término de la segunda temporada de vivero, principios de otoño, son podadas y luego descalzadas a intervalos mensuales hasta la extracción para su plantación. Por otro lado, Wardle (1984) menciona que las labores para estas especies pueden ser realizadas desde fines de febrero a principios de marzo de cada año, a una profundidad de 10 a 15 cm.

El presente estudio tiene por objetivo evaluar y analizar parte de lo correspondiente a la preparación de plantas para la plantación. Específicamente se prueba la respuesta a dos momentos o etapas distintas de inicio del manejo radicular con diferentes esquemas, en plantas de raulí (*Nothofagus alpina*) 1-0 producidas a raíz desnuda.

MATERIAL Y METODOS

Area de estudio. El experimento fue llevado a cabo durante la estación de crecimiento 1991-1992, en Valdivia.

El clima de Valdivia corresponde al tipo templado-lluvioso de costa occidental (Fuenzalida, 1965). La precipitación media anual alcanza los 2.472 mm y la temperatura media anual es de 12.1°C (Huber, 1970). Los antecedentes climáticos durante el período de estudio se obtuvieron de la Estación Meteorológica Teja-Valdivia (cuadro 1).

CUADRO 1

Características climáticas del período de estudio.
Climate characteristics for the study period.

Mes	Año	T media mensual (°C)	T media máx. mens. (°C)	T media mín. mens. (°C)	T mínima a 5 cm C O	H. Rel. media (%)	Prec. mens. (mm)
Sept.	91	10.2	14.5	6.6	3.5	80	212.8
Oct.	91	11.6	18.1	5.9	2.1	67	103.4
Nov.	91	13.9	19.2	8.7	4.6	71	89.1
Dic.	91	14.0	18.2	9.5	6.6	75	316.3
Ene.	92	18.7	25.2	12.2	8.3	66	1.2
Feb.	92	15.5	22.0	9.9	5.6	70	22.2
Mar.	92	15.9	21.4	11.6	8.2	81	147.3
Abr.	92	11.4	16.9	7.5	3.9	86	192.8

Fuente: Registros Estación Meteorológica Teja-Valdivia. Universidad Austral de Chile.

2 Bernardo Escobar, comunicación personal.

3 Rogelio Novoa, comunicación personal.

El suelo del vivero pertenece a la serie Valdivia, constituida por depósitos de cenizas volcánicas de tipo limoso. En general, se trata de un suelo de buenas condiciones de fertilidad, con un pH fuertemente ácido, y un contenido de materia orgánica alto, además de un suelo profundo, de textura media y sin limitaciones (Donoso *et al.*, 1981).

Desarrollo del ensayo de vivero. Las semillas fueron obtenidas de árboles plantados de aproximadamente 30 años en el Campus Isla Teja, Valdivia. Fueron sometidas a la prueba de flotación y luego a una estratificación en arena húmeda a 4°C durante 45 días (Donoso *et al.*, 1984; Werner, 1987; Donoso *et al.*, 1991a).

La siembra se efectuó el 9 de setiembre de 1991 en forma manual, a una densidad de 72 plantas por metro lineal de platabanda, distribuidas en 6 hileras y a una profundidad de 1.5 cm aproximadamente. Pesticidas y fertilizantes fueron aplicados en presiembra y postsiembra. El riego se realizó por aspersión en forma periódica y el control de malezas se hizo manualmente. El ensayo se realizó en semisombra con un 50% de luminosidad respecto a condiciones de campo abierto (Aguilera y Fehlandt, 1981; Muller-Using y Schlegel, 1981; Read y Hill, 1985; Grosse y Bourque, 1988).

Diseño experimental. El diseño experimental utilizado correspondió a un experimento factorial de 2x4, en bloques al azar, con tres repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 2 m de largo por el ancho de la platabanda.

Los factores estudiados fueron el momento o etapa de inicio del manejo radicular y los diferentes esquemas de manejo.

El primer factor, momento o etapa de inicio del manejo radicular, contempló la entrada en dos oportunidades distintas temporalmente, que significaban diferente estado de desarrollo de las plantas al comenzar su acondicionamiento. Para la determinación de ambas oportunidades de inicio del manejo radicular fue necesario controlar el ritmo de crecimiento en altura de las plantas (n=60) cada 10 días. Con esta información se construyó la curva de crecimiento, que fue la base para la determinación tentativa de los niveles del factor A (fig. 1).

La fecha de realización para el primer momento de inicio del manejo radicular fue el día 12 de febrero, y para el segundo momento fue el 3 del marzo de 1992 (cuadro 2).

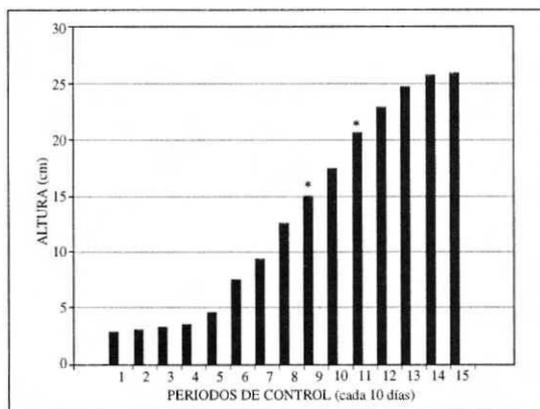


Figura 1. Ritmo de crecimiento en altura para rauli durante el primer periodo vegetativo.

(*) Momento de inicio del manejo radicular en a1 y a2.
 Height growth rate of rauli during the first vegetative period.
 (*) Initiation of the conditioning moment in a1 and a2.

Factor:

A: Momento o etapa de inicio del manejo radicular o acondicionamiento.

a1: Etapa media de crecimiento en altura.

a2: Etapa próxima culminación crecimiento en altura.

El segundo factor, *esquemas de manejo radicular*, contempló 3 regímenes de descalces a que serían sometidas las plantas en cada tratamiento, más un testigo.

Factor:

B: *Esquemas de manejo radicular.*

b1: Testigo, sin manejo radicular.

b2: Poda de raíz principal, descalce a los 15 días, intervalo de 7 días, por una sola vez.

b3: Idem, intervalo de 15 días, por una sola vez.

b4: Idem, intervalo de 21 días, por una sola vez.

Poda de raíces y descalces. Estas labores fueron realizadas en forma manual, utilizando una pala recta de base y punta plana, la profundidad de poda fue de 10-12 cm de profundidad.

Las labores de poda y descalces fueron realizadas en las últimas horas de la tarde para causarle un menor estrés a las plantas, al evitar dejarlas expuestas a las condiciones ambientales del día. Luego de realizada estas labores se procedió a regar abundantemente.

Controles efectuados durante el ensayo. Control del ritmo de crecimiento en altura en los tratamientos. Desde el momento de inicio de los tratamientos de acondicionamiento se procedió a medir la altura de 15 plantas seleccionadas al azar cada 15 días. Esto permitió determinar la altura

CUADRO 2

Fecha de realización de las labores de poda y descalces para los tratamientos iniciados en el primer y segundo momento de manejo radicular.

Pruning and wrenching dates of the first and second conditioning treatment.

FACTOR A		FEBRERO		MARZO			ABRIL	
a 1		12	27	5	13	19		
a 2				3		18	27	2 8
F								
A	b 1							
C	b 2							
T	b 3							
O	b 4							
R	b 3							
B	b 4							

Primer momento de acondicionamiento.
 Segundo momento de acondicionamiento.

promedio al comienzo de la poda de raíces y el comportamiento de esta variable a lo largo del ensayo. En esta medición sólo se consideraron las plantas de las 4 hileras centrales y las que tenían una altura superior a 10 cm al comenzar la medición, ya que las plantas muy pequeñas no serían afectadas por la poda radicular. Las plantas fueron marcadas con el fin de medir las mismas cada vez.

Control de supervivencia en los tratamientos. Previo al inicio de los tratamientos de acondicionamiento, en el centro de cada parcela, se estableció una parcela de supervivencia de 1 m de largo, a la que se le contabilizó el total de plantas cada 15 días considerando sólo las 4 hileras centrales. Con esto se pudo determinar los niveles de mortalidad en cada tratamiento, en base a la densidad inicial y final.

Extracción y procesamiento de las plantas. Las plantas fueron extraídas del vivero los días 14 y 15 de abril de 1992. Del centro de cada parcela se extrajeron 15 plantas completamente al azar, sin considerar las plantas que no sobrepasaban los 10 cm de altura. Luego se realizó el lavado del sistema radicular de cada planta. En el laboratorio fueron procesadas, para medir sus variables morfológicas y posteriormente sometidas a un secado a 105°C por 48 horas.

Parámetros a medir en laboratorio. Las variables morfológicas y relaciones utilizadas para evaluar los resultados fueron las siguientes:

Largo de tallo (cm), Diámetro de cuello (mm), Peso seco del tallo (g), Peso seco de hojas (g), Peso seco del sistema radicular (g), Peso seco total de la planta (g), Peso seco de raíces finas (g), Peso seco de raíces gruesas (g), Relación largo de tallo/diámetro de cuello (H/D), Rel. p.s. sistema radicular/p.s. tallo (R/T), Rel. p.s. raíces finas/p.s. raíces gruesas (Rf/Rg), índice de Dickson.

Este índice morfológico fue desarrollado por Dickson *et al.* (1960), para evaluar distintas combinaciones de parámetros morfológicos en la predicción del funcionamiento en terreno de plántulas de *Picea glauca* y *Pinus strobus*, seleccionando la mejor combinación. El índice resultante fue:

$$\text{Índice de calidad} = \frac{\text{Peso seco total plántulas (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco tallo (g)}}{\text{Peso seco raíz (g)}}}$$

Análisis estadístico. Con los resultados obtenidos en laboratorio para cada una de las características estudiadas se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para un experimento factorial mediante la metodología descrita por Cody y Smith (1991), utilizándose un nivel de confianza de un 95% y 99%. Los factores que resultaron significativos fueron sometidos a un test de comparaciones múltiples mediante la prueba de Tukey.

DISCUSION Y PRESENTACION DE RESULTADOS

Control del ritmo de crecimiento en altura en los tratamientos. Las alturas promedio de inicio de los tratamientos correspondieron a 16 y 20 cm aproximadamente, para el primer y segundo momento de inicio del manejo radicular respectivamente (figura 2 a y b).

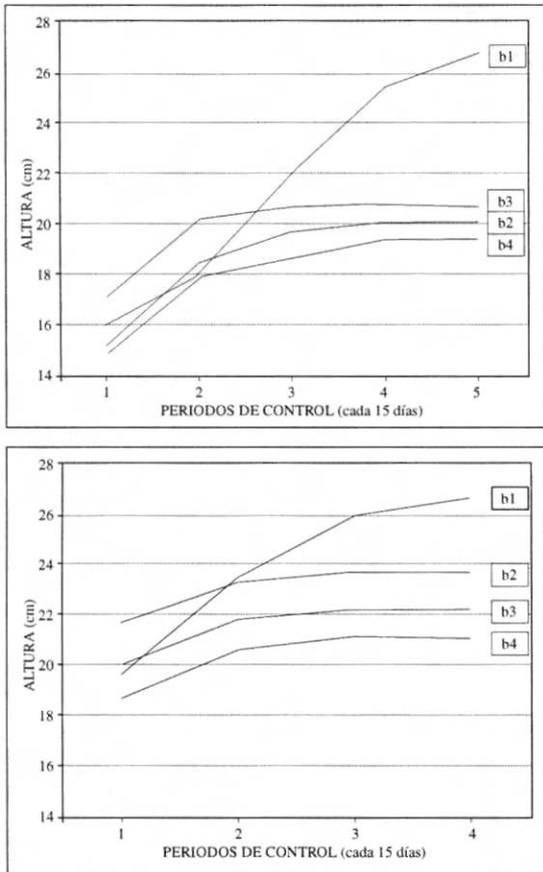


Figura 2. Comportamiento en altura de cada tratamiento para el: a) primer y b) segundo momento de inicio del manejo radicular.

(*) Primer descalce en plantas acondicionadas.
 Height growth performance for each treatment: a) first, b) second root management moment.
 (*) First wrenching in conditioned plants.

A partir de la figura 2, es posible señalar que el ritmo o tasa de crecimiento en altura es reducida importantemente por las labores de acondicionamiento en comparación al tratamiento sin manejo radicular (testigo o b1).

Además, se puede apreciar que la tendencia en el comportamiento de esta variable es similar entre

los tratamientos con acondicionamiento. Una vez iniciadas estas labores, las plantas mantienen un ritmo de crecimiento similar en altura, lo cual estaría sugiriendo que no existiría un efecto diferenciador importante entre los distintos esquemas de manejo radicular en el comportamiento de la altura de las plantas durante su desarrollo, y por lo tanto, las diferencias en altura durante y al término del período de evaluación estarían sujetas a la altura inicial de las plantas al momento de acondicionarlas.

Interesante resulta destacar la notable influencia que tiene el primer descalce en la detención del crecimiento en altura, en comparación al débil efecto producido por la poda radicular inicial. Esto sugiere que el primer descalce es determinante en la disminución del ritmo de crecimiento en altura de las plantas, más que su intervalo y que la poda radicular inicial.

Control de supervivencia en los tratamientos. La mortalidad de plantas en los distintos tratamientos fue mínima o inexistente, atribuible a daños físicos al azar durante la ejecución del acondicionamiento. Ello indica que estas labores tienen escasa incidencia sobre la mortalidad (figura 3).

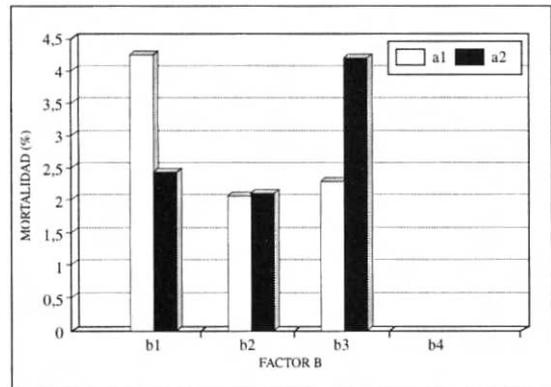


Figura 3. Niveles de mortalidad para los distintos tratamientos al término del ensayo.

Mortality levels for the different treatments at the end of the essay.

Evaluación de los resultados de laboratorio. Tanto los distintos niveles del momento de inicio del manejo radicular como los esquemas de manejo utilizados presentaron diferencias estadísticamente significativas para todas las variables de estado consideradas, exceptuando el peso seco del sistema radicular y el índice de Dickson. La interacción sólo tuvo significancia en las variables de relación altura/diámetro y peso seco sistema radicular/peso seco tallo (cuadro 3).

CUADRO 3

Valores promedios para las distintas variables morfológicas en plantas de raulí, sometidas a distintos momentos de inicio del acondicionamiento y esquemas de manejo radicular.

Mean values of morphological variables of the rauli plants submitted to different conditioning moments and roots management schemes.

VARIABLES												
Tratamiento	Pesos secos											
	Largo de tallo (cm)	Diámetro de cuello (mm)	P.s. tallo (g)	P.s. hojas (g)	P.s. raíces gruesas (g)	P.s. raíces finas (g)	P.s. sist. radicular (g)	P.s. total (g)	Relación h/d	Relación raíz/tallo	Relación raíces finas/gruesas	Índice de Dickson
A MOMENTO O ETAPA DE INICIO DEL ACONDICIONAMIENTO												
a 1	22,193 a	5,035 a	1,296 a	0,840 a	1,082 a	0,610 a	1,692 a	3,830 a	4,312 a	0,883 a	0,612 a	0,612a
a 2	25,172 b	5,389 b	1,582 b	0,961 b	1,209 b	0,518 b	1,727 a	4,271 b	4,576 b	0,747 b	0,461 b	0,618 a
Nivel signific.	**	**	*	*	*	**	n.s.	*	**	**	**	n.s.
B ESQUEMAS DE MANEJO RADICULAR												
b 1	30,172 a	5,653 a	1,901 a	1,203 a	1,282 a	0,421 a	1,703 ab	4,808 a	5,220 a	0,592 a	0,343 a	0,592 a
b 2	23,381 b	5,218 b	1,479 b	0,881 b	1,205 a	0,650 b	1,855 a	4,216 ab	4,383 b	0,875 b	0,575 b	0,642 a
b 3	20,464 b	4,938 b	1,141 c	0,756 b	0,992 b	0,561 b	1,553 b	3,452 c	4,110 b	0,876 b	0,607 b	0,591 a
b 4	20,713 b	5,041 b	1,238 bc	0,763 b	1,103 ab	0,623 b	1,726 ab	3,727 bc	4,066 b	0,917 b	0,620 b	0,637 a
Nivel sig.	**	**	**	**	**	**	*	**	**	**	**	n.s.
INTERACCION												
A x B	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	n.s.	n.s.

Valores medios representados por letras minúsculas son distintos entre ellos a niveles de significancia entre el 95 y 99%.

*: significativo al 5% **: significativo al 1% n.s.: no significativo

Incidencia de los distintos momentos de inicio del acondicionamiento en el desarrollo de las plantas de raulí. La altura y diámetro final alcanzados por las plantas al término del período vegetativo están importantemente sujetos al momento de inicio del acondicionamiento. Las plantas acondicionadas más tardíamente en la temporada logran un diámetro de cuello y altura significativamente superior a aquellas acondicionadas más tempranamente (cuadro 3), es decir, el valor que ambas variables alcanzan está fuertemente ligado a la etapa de crecimiento o tamaño de las plantas al momento del acondicionamiento.

Los pesos secos del tallo, hojas y raíces gruesas presentan diferencias significativas entre los momentos de acondicionamiento para un nivel de 0.05 de probabilidad (cuadro 3).

La proporción de raíces gruesas en el sistema radicular es menor en las plantas acondicionadas

más tempranamente (a1) que en las acondicionadas en un etapa posterior (a2). Esto sugiere que la etapa de desarrollo en que se encuentran las plantas, y específicamente el tamaño del sistema radicular al momento del acondicionamiento, es determinante en la participación de las raíces gruesas en el sistema radicular total, ya que una vez iniciadas las labores de poda y descalces el incremento radicular posterior experimentado es prácticamente en términos de raíces finas (<1 mm en diámetro).

De igual manera la aplicación de estas labores más tempranamente incide significativamente en la mayor reducción del peso de la parte aérea de las plantas (tallo y hojas), debido a la alta correlación de estas variables con la altura y diámetro de las plantas, que como fue descrito anteriormente presentan una reducción muy significativa entre los distintos momentos de acondicionamiento.

En el peso seco de raíces finas se producen diferencias estadísticamente significativas entre los momentos de acondicionamiento ($p < 0.01$) (cuadro 3). Esto se debe fundamentalmente a que las plantas acondicionadas más tempranamente se encuentran creciendo más activamente debido a condiciones ambientales más favorables, y probablemente también a que tienen un período mayor de tiempo para recuperar la alteración sufrida en su sistema radicular. Ellas superan en un 18% a las plantas acondicionadas posteriormente, en términos de crecimiento de raíces finas (secundarias y terciarias). Por lo tanto, la aplicación de estas labores a mediados del período de crecimiento de las plantas da por resultado una mayor fuerza o vigor en la producción de raíces finas.

El peso total del sistema radicular no presenta diferencias estadísticamente significativas entre los dos momentos de inicio del manejo radicular. Esto sugiere que ambos momentos de inicio del acondicionamiento fueron oportunos en su aplicación temporal, ya que las plantas logran compensar la pérdida de raíces llegado el término del período vegetativo.

Además, el crecimiento radicular compensatorio -efecto generado por estas labores- a través de la producción de raíces finas, que se desarrollan en forma mucho más profusa en las plantas acondicionadas tempranamente, dio por resultado que la proporción de raíces gruesas y finas -constituyentes del sistema radicular total- fuera marcadamente diferente entre los distintos momentos de acondicionamiento (figura 4).

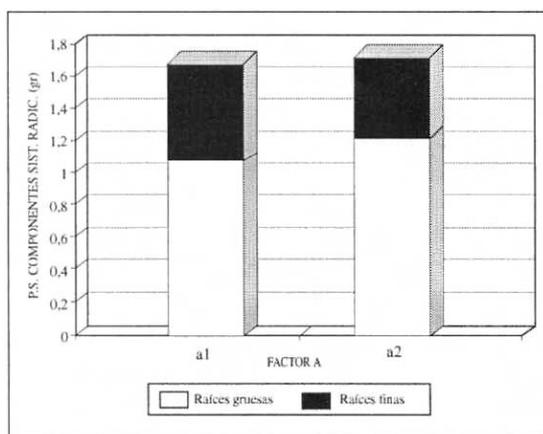


Figura 4. Constitución del sistema radicular, en términos de raíces gruesas y finas, para ambos momentos de acondicionamiento (a1 y a2).

Root system morphology in terms of gross and fine roots for both conditioning moments (a1 and a2).

El peso seco total de las plantas muestra diferencias significativas entre los dos momentos de inicio del acondicionamiento (cuadro 3). Las plantas acondicionadas más tardíamente superaron en un 12% en biomasa (base peso seco) a las plantas acondicionadas tempranamente.

Esta menor biomasa se relaciona estrechamente a la detención del crecimiento aéreo, para suplir los requerimientos de crecimiento radicular luego de aplicadas las labores de manejo. La pérdida de raíces producto de la poda y descalces, posteriormente equilibrada a través de un crecimiento compensatorio, se produjo a costa del crecimiento de la parte aérea de las plantas, teniendo un efecto más notable e intenso en aquellas acondicionadas en un primer momento, cuando las plantas se encontraban fisiológicamente más activas y en pleno crecimiento.

Las relaciones estudiadas altura/diámetro, peso seco sist. radicular/peso seco tallo y p.s. raíces finas/p.s. raíces gruesas, mostraron diferencias altamente significativas entre los distintos momentos de inicio del acondicionamiento (cuadro 3).

Las plantas acondicionadas más tempranamente lograron una relación más equilibrada, entre altura/diámetro y p.s. sist. rad./p.s. tallo que puede significar plantas más compensadas. La relación raíz/tallo alcanza -en el primer momento de acondicionamiento- un valor cercano a "1", que se puede interpretar como un balance más adecuado entre el área de transpiración (tallo y hojas) y el área de absorción de agua y nutrientes de las plantas. De la misma manera, la relación p.s. raíces finas/p.s. raíces gruesas, alcanza una condición de mayor equilibrio en las plantas acondicionadas más tempranamente. Esto sugiere que estas plantas logran una mejor conformación del sistema radicular para las funciones de absorción y sostén, lo que redundará finalmente en un mejor funcionamiento en terreno.

Para el índice de Dickson no se producen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos momentos de inicio del acondicionamiento (cuadro 3). Este índice, que integra varias características morfológicas comúnmente utilizadas en la determinación de calidad de plantas, fue desarrollado para especies de coníferas y condiciones ambientales muy distintas a las de este estudio, lo que explica la absoluta falta de sensibilidad que presenta el índice entre los distintos momentos de inicio del acondicionamiento.

Incidencia de los distintos esquemas de manejo radicular aplicados en el desarrollo de las plantas de raulí. Prácticamente para todas las variables evaluadas se encontraron diferencias significativas entre las plantas con distintos esquemas de manejo radicular y las plantas sin acondicionamiento. Sin embargo, entre los distintos tratamientos donde se aplicó algún esquema radicular específico, no se presentaron mayores diferencias (cuadro 3). Esto se debe a que los distintos intervalos de descalce (lo que los distingue entre sí) tienen una escasa relevancia en el ritmo de crecimiento de las plantas, siendo, sin embargo, el primer descalce crucial en la reducción del ritmo de crecimiento de la parte aérea de la planta, por una parte, y aumento del crecimiento radicular por otra.

La altura y diámetro de cuello de las plantas presentan diferencias altamente significativas entre los distintos esquemas de manejo radicular, y éstos se producen entre el tratamiento testigo sin manejo radicular con el resto de los tratamientos acondicionados (cuadro 3).

Los tratamientos que incluyen labores de acondicionamiento reducen el crecimiento en altura y diámetro de las plantas. Las plantas sin acondicionamiento superan en promedio en un 40 y 12% respectivamente en altura y diámetro a las plantas acondicionadas. Estos resultados son consistentes con los obtenidos por distintos autores (Rook, 1971; Van Dorsser y Rook, 1972; Escobar y Rivera, 1985).

Respecto a los pesos secos parciales (tallo, hojas, raíces gruesas y finas, y sist. rad. total) y peso seco total de la planta, se puede comprobar la existencia de diferencias altamente significativas entre los distintos esquemas de manejo radicular, exceptuando el peso seco del sistema radicular que alcanza diferencias significativas a un nivel de probabilidad del 0.05% (cuadro 3).

El peso seco del tallo y hojas presentan una importante reducción producto de las labores de acondicionamiento aplicadas en comparación a las plantas testigo. Estas últimas superan en promedio en un 48 y 50% en el peso seco de tallo y hojas respectivamente a las plantas acondicionadas (cuadro 3). Por lo tanto, la aplicación de estas labores incide fuertemente en la reducción del peso seco de la parte aérea de la planta, lo que es congruente con la reducción de altura y diámetro experimentada con los acondicionamientos.

En el peso seco de raíces finas las diferencias altamente significativas se produjeron entre el tra-

tamiento testigo y los tratamientos con acondicionamiento (cuadro 3).

Las plantas acondicionadas superan, en promedio, en un 45% a las plantas testigo en término de raíces finas (fig. 5), lo que comprueba la importancia de aplicar estas labores para el mejoramiento de la conformación del sistema radicular de las plantas. Las nuevas raíces producidas -especialmente secundarias y terciarias- se originaron tanto desde el tejido calloso en el punto de corte de la poda como de la parte remanente de la raíz (fig. 6).

Por otra parte, la variable peso seco de raíces gruesas aunque logró diferencias altamente significativas entre los distintos esquemas de manejo radicular (cuadro 3 y figura 5), éstas se produjeron esencialmente entre los tratamientos con acondicionamiento radicular, lo que evidencia que la poda radicular inicial tiene un mínimo efecto en la pérdida de raíces gruesas, lo que coincide con la literatura (Hobbs *et al.*, 1986), y reafirma la mayor relevancia en la producción de raíces finas del levantamiento y aireación producto de los descalces, los cuales son tratamientos mucho más severos que la poda (Daniels y Simpson, 1990). Esto, además, explicaría el cambio en la estructura y conformación del sistema radicular entre plantas con manejo y sin él.

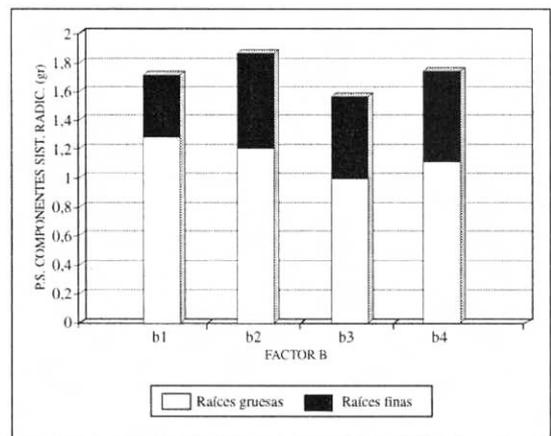


Figura 5. Constitución del sistema radicular en términos de raíces gruesas y finas para los distintos esquemas de manejo radicular.

Root system morphology in terms of gross and fine roots for different root management schemes.

Para el peso seco del sistema radicular las diferencias estadísticamente significativas se encontraron entre los tratamientos de plantas acondicionadas, lo que indica que estas labores no producen

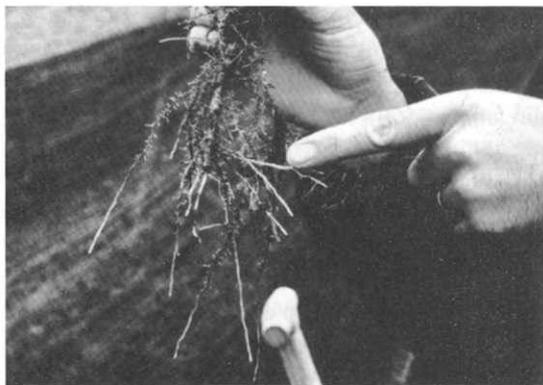


Figura 6. Producción de raíces finas y gruesas originadas del tejido calloso como de las raíces remanentes. Fine and gross root production derived from callus tissue and remainder roots.

un menoscabo en la biomasa radicular al término del período vegetativo, sino sólo modelan adecuadamente su estructura y proporción relativa entre raíces de sostén y de absorción. La pérdida de raíces a consecuencia de las labores de poda y descalces es compensada durante del período de crecimiento de las plantas, a través principalmente de raíces finas, mediante la estimulación que ocurre para formar un sistema radicular más fibroso.

Las plantas testigo presentan una larga raíz pivotante que tiene escasa participación de raíces finas (< 1 mm de diámetro) en comparación a las plantas acondicionadas, las cuales presentan un sistema radicular más corto, compacto y con una alta participación de raíces finas (fig. 7). Esta especie desarrolla una raíz pivotante, típica de coníferas y especies latifoliadas de semillas grandes, demostrando la necesidad de manejarlas radicularmente, ojalá durante la primera estación de crecimiento.

Además, se puede inferir que las plantas sometidas a estos regímenes de acondicionamiento logran, luego de ser removida parte de su sistema radicular, una tasa o ritmo de crecimiento radicular superior a las plantas sin manejo, ya que se estimula la profusa producción de raíces finas, lo que les permite igualar en término de peso seco radicular a las plantas sin acondicionamiento al final de la temporada de crecimiento.

Para el peso seco total de las plantas se pudo comprobar diferencias altamente significativas entre los esquemas de manejo radicular (cuadro 3). Las plantas testigo superan en promedio en un 26% a las acondicionadas. Esto señalaría que la



Figura 7. Conformación del sistema radicular de plantas obtenidas a través de las labores de poda y descalce. Root system of plants developed through pruning and wrenching.

aplicación de estas labores culturales involucran una pérdida importante de biomasa, esencialmente relacionada con la detención del crecimiento en altura y diámetro como respuesta a la recuperación y compensación del sistema radicular luego del acondicionamiento.

Las relaciones altura/diámetro (h/d), peso del sistema radicular y la parte aérea (R/T), y peso de raíces finas y gruesas (Rf/Rg), alcanzaron diferencias altamente significativas, las cuales estuvieron dadas exclusivamente entre las plantas testigo y las plantas sometidas a uno de los distintos esquemas de acondicionamiento (cuadro 3).

Las plantas testigo superaron en un 20% a las plantas con manejo radicular, para la relación altura/diámetro. En este caso, tanto la altura como el diámetro son afectados negativamente producto de estas labores.

Por lo tanto, el cociente de vigorosidad (H/D) resultante para las plantas acondicionadas refleja plantas de menor espigamiento que las plantas testigo, resultando plantas más vigorosas y compen-

sadas, capaz de soportar mejor los daños de tipo físico-mecánico (Thompson, 1985).

Las plantas sometidas a labores de acondicionamiento superan, en promedio, en 50 y 75% a las plantas testigo en las relaciones p.s. sist. radicular/p.s. parte aérea y p.s. raíces finas/p.s. raíces gruesas, respectivamente.

Las plantas sometidas a distintos regímenes de acondicionamiento alcanzan valores muy cercanos a "1", en la relación entre la masa radicular y la parte aérea, lo que reflejaría un balance muy adecuado entre los componentes, para sus funciones de transpiración y absorción de agua y nutrientes.

De igual forma, en la relación raíces absorbentes y de sostén (finas y gruesas), las plantas acondicionadas logran un sistema radicular mejor equilibrado para cumplir las funciones de absorción y fijación que las plantas testigo. Por lo tanto, la mejor conformación y/o constitución del sistema radicular nos da un mayor nivel de seguridad del futuro funcionamiento en terreno de las plantas.

Finalmente, el índice de Dickson no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los distintos esquemas de manejo radicular (cuadro 3).

CONCLUSIONES

El ritmo o tasa de crecimiento en altura de las plantas es reducida importantemente por las labores de manejo radicular en comparación al testigo. Sin embargo, entre los distintos tratamientos con acondicionamiento no se apreciaron mayores diferencias, observándose un ritmo de crecimiento similar.

Determinante resulta el efecto del primer descalce en la detención del crecimiento en altura, respecto de la poda radicular y los descalces posteriores.

Los niveles de mortalidad en las plantas sometidas a los distintos tratamientos de acondicionamiento fueron inapreciables, lo que comprueba la absoluta bondad de estas labores al ser aplicadas adecuadamente.

Respecto de la incidencia en el desarrollo de las plantas de los distintos momentos de acondicionamiento se puede señalar lo siguiente:

a) Las plantas acondicionadas temporalmente más tarde (inicios de marzo) en la temporada de crecimiento logran valores significativamente mayores en altura, diámetro de cuello, peso seco tallo, p.s. hojas, p.s. raíces gruesas, y p.s. total, res-

pecto de las plantas acondicionadas más tempranamente. Sin embargo, estas últimas alcanzan valores significativamente superiores en la producción de raíces finas. El sistema radicular alcanza una biomasa similar en ambos momentos de inicio del acondicionamiento.

b) Las relaciones altura/diámetro, p.s. sist. radicular/p.s. tallo, y p.s. raíces finas/p.s. raíces gruesas, alcanzaron valores más equilibrados en la primera oportunidad de acondicionamiento, lo que podría sugerir plantas más balanceadas que las acondicionadas posteriormente. El índice de Dickson no presentó diferencias entre las distintas oportunidades de inicio del acondicionamiento, reflejando su inaplicabilidad para especies y condiciones ambientales para las cuales no fue desarrollado.

Respecto a la incidencia o efecto en el desarrollo de las plantas de los distintos esquemas de manejo radicular aplicados:

a) Las plantas sometidas a algún tipo de esquema de manejo radicular alcanzan valores significativamente menores en altura, diámetro de cuello, p.s. tallo, p.s. hojas, p.s. raíces gruesas y p.s. total que las plantas sin acondicionamiento. Sin embargo, el peso seco de raíces finas es incrementado significativamente producto de estas labores. El sistema radicular de las plantas acondicionadas finalmente logra compensar la pérdida de raíces al término del período vegetativo.

b) Las relaciones altura/diámetro, p.s. sist. radic./p.s. tallo y p.s. raíces finas/p.s. raíces gruesas alcanzan valores para las plantas bajo acondicionamiento, que reflejan un material de plantación de mayor vigorosidad y más compensado, capaz de soportar condiciones rigurosas o desfavorables, cumpliendo satisfactoriamente las funciones de absorción, transpiración y fijación, en comparación a las plantas testigo.

c) Se comprueba para el índice de Dickson su baja capacidad como predictor de la calidad de plantas para esta especie.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo y financiamiento dado por la Corporación Nacional Forestal a través del Convenio CONAF-UACH "Semillas y Técnicas de Vivero y Plantación para las especies nativas de la X Región".

BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA, L., A. FEHLANDT. 1981. Desarrollo inicial de *Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst., *Nothofagus obliqua* (Mirb) Bl. y *Nothofagus dombeyi* (Mirb) Bl., bajo tres grados de sombra. Tesis Ing. Forestal, Valdivia, Fac. Cs. Forestales, Universidad Austral de Chile, 101 pp.
- BENSON, A., K. SHEPHERD. 1977. "Effects of nursery practice on *Pinus radiata* seedling characteristics and field performance: II Nursery root wrenching", *New Zealand Journal of Forestry Science* 7: 68-76.
- CAMERON, R., D. ROOK. 1969. Wrenching as a means of conditioning planting stock. Pp. 111-117. En: CHAVASSE, C. y G. WESTON (eds.). *Forest nursery and establishment practice in New Zealand*. N.Z. Forest Research Institute. Symposium N° 9, Rotorua, 214 pp.
- CHAVASSE, C. 1980. "Planting stock quality: a review of factors affecting performance", *New Zealand Journal of Forestry* 25: 144-171.
- CODY, R., J. SMITH. 1991. *Applied statistics and the Systems Analysis Statistics (SAS) Programming Language*. Ed. Elsevier, 3° ed., 403 pp.
- DANIELS, T., D. SIMPSON. 1990. Seedling production and processing: bareroot. Pp. 206-225. En: LAVENDER, D., R. PARISH, C. JOHNSON, G. MONTGOMERY, A. VYSE, R. WILLIS y D. WINSTON (eds.). *Regeneration British Columbia's Forests*. University of British Columbia Press, Vancouver, 372 pp.
- DICKSON, A., L. LEAF, J. HOSNER. 1960. "Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries", *Forest Chronicle* 36: 10-13.
- DONOSO, C, V. GERDING, A. IROUME, G. PAREDES, L. SOTO. 1981. Proyecto para la instalación y desarrollo de un vivero experimental de la Facultad de Ciencias Forestales. Fac. Cs. For., Universidad Austral de Chile, 26 pp.
- DONOSO, C, R. NOVOA, B. ESCOBAR, A. SABJA. 1984. Germinación de semillas y técnicas de vivero para las especies nativas de los tipos forestales de la X Región. II parte. Informe de Convenio N° 71, Proyecto CONAF X Región-UACH, Fac. Cs. For., Universidad Austral de Chile, 77 pp.
- DONOSO, C, M. CORTES, B. ESCOBAR. 1985. Semillas y técnicas de vivero y plantaciones para las especies nativas de los tipos forestales de la X Región. Informe de convenio N° 87, Proyecto CONAF X Región-UACH, 21 pp.
- _____. 1986. Germinación de semillas y técnicas de vivero y plantaciones para las especies de los tipos forestales de la X Región. Informe de convenio N° 102, Proyecto CONAF X Región-UACH, 133 pp.
- DONOSO, C., M. CORTES. 1987. Germinación de semillas y técnicas de vivero y plantaciones para las especies de los tipos forestales de la X Región. Informe de convenio N° 134, Proyecto CONAF X Región-UACH, 51 pp.
- _____. 1988. Germinación de semillas y técnicas de vivero y plantaciones para las especies de los tipos forestales de la X Región. Informe de convenio N° 149, Proyecto CONAF X Región-UACH, 56 pp.
- DONOSO, C., B. ESCOBAR, M. CORTES. 1991a. Técnicas de vivero y plantaciones para raulí (*Nothofagus alpina*). Documento técnico 53, Chile Forestal, 8 pp.
- _____. 1991b. Técnicas de vivero y plantaciones para coigüe (*Nothofagus dombeyi*). Documento técnico 55, Chile Forestal, 8 pp.
- _____. 1992. Técnicas de vivero y plantaciones para roble (*Nothofagus obliqua*). Documento técnico 62, Chile Forestal, 8 pp.
- DURYEA, M. 1984. Nursery Cultural Practices: Impacts on Seedling Quality. Pp. 143-164. En: DURYEA, M. y T. LANDIS (eds.). *Forest nursery manual. Production of bareroot seedlings*. Oregon State University, Corvallis, Oregon, U.S.A., 386 pp.
- DURYEA, M., T. LANDIS. 1984. *Forest nursery manual. Production of bareroot seedlings*. Oregon State University, Corvallis, Oregon, U.S.A., 386 pp.
- DURYEA, M., 1985. Evaluating seedlings quality: Importance to reforestation. Pp. 1-4. En: DURYEA, M. (ed.). *Proceedings: Evaluating seedling quality: principle, procedure and predictive abilities of major test procedures and predictive abilities of major test procedures*. Oregon State University, Corvallis, Oregon, U.S.A. 143 pp.
- ESCOBAR, R., J. RIVERA. 1985. Efectos de diferentes esquemas de acondicionamiento en el crecimiento de pino radiata en vivero de alta humedad natural. Pp. 128-139. En: B. OLIVARES y E. MORALES (eds.). *Pinus radiata Investigación en Chile*. Universidad Austral de Chile, Valdivia, 339 pp.
- ESCOBAR, R., C. GONZALEZ. 1987. Evolución de nutrientes en plantas de pino radiata durante el acondicionamiento. Pp. 205-218. En: CIEF. Simposio sobre silvicultura y mejoramiento genético de especies forestales. Buenos Aires, Argentina. Vol. IV.
- ESCOBAR, R., 1990. "Análisis de algunos elementos básicos involucrados en la producción artificial de plantas de especies nativas", *Bosque* 11 (1): 3-9.
- FUENZALIDA, H. 1965. *Geografía económica de Chile*. (Clima). Texto refundido. CORFO. Págs. 98-152.
- GONZALEZ, M.E. 1993. Estudio del efecto de diferentes regímenes de acondicionamiento en plantas de raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.) 1-0 a raíz desnuda. Tesis Fac. Cs. Forestales, Universidad Austral de Chile, 117 pp.
- GROSSE, H., M. BOURQUE. 1988. "Desarrollo de raulí en vivero bajo distintos niveles de luminosidad y espaciamiento", *Ciencia e Investigación Forestal*. Inforchile, Vol. 2, N° 3: 1-11.
- HOBBS, S.D., S.G. STAFFORD, R.L. SLAGLE. 1986. "Undercutting conifer seedling: effect on morphology and field performance on droughty sites", *Can. J. For. Res.* 17: 40-46.
- HUBER, A. 1970. Diez años de observaciones climatológicas en la estación Teja-Valdivia, Chile 1960-1969. Valdivia, Universidad Austral de Chile, 46 pp.
- ILABACA, C, J. VALENZUELA. 1980. Ensayos de nuevas técnicas para la producción de plantas de raulí (Poepp. et Endl.) Oerst. Tesis Ing. For., Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, 108 pp.
- LIEGEL, L., C. VENATOR. 1987. A technical guide for forest nursery management in the Caribbean and Latin America. Institute of tropical Forestry Publication. U.S. For. Serv. Gen. Tech. Report 50-67, 165 pp.
- LOPEZ, J., G. JIMENEZ, B. REYES. 1986. Algunos antecedentes sobre cosecha, procesamiento y viverización de varias especies nativas, 2a parte y final. Documento Técnico N° 15, Chile Forestal, 8 pp.
- MINKO, G., F. CRAIG. 1976. Radiata pine nursery research in north-eastern Victoria. Forest Commission, Victoria. Bulletin N° 23, 24 pp.
- MORENO, G., C. RAMIREZ DE ARELLANO. 1976. Ensayo de algunas técnicas para la producción en vivero de plántulas de roble *Nothofagus obliqua* (Mirb. et Oerst.) y raulí *Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst. Tesis Ing. For., Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, 137 pp.
- MULLER-USING, B., F. SCHLEGEL. 1981. "The development of seedling of Chilean *Nothofagus* species in a shaded area", *Plant Research and Development* 13: 152-184.
- MUÑOZ, R. 1982. Tolerancia y desarrollo durante un período vegetativo de *Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.

- "raulí" y tres procedencias de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. "roble" frente a distintas tensiones de humedad en el suelo. Tesis Ing. For., Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, 59 pp.
- NAVARRO, G. 1982. Evaluación de la regeneración natural y artificial en un bosque de coigüe, raulí, mañío y tepa. Tesis Ing. For., Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, 118 pp.
- READ, J., R. HILL. 1985. "Photosynthetic responses to light of Australian and Chilean species of *Nothofagus* and their relevance to the rainforest dynamic", *The New Phytologist* 101: 731-742 pp.
- ROOK, D. 1969b. Studies in the physiology of wrenched seedlings. Pp. 119-121. En: *Forest nursery and establishment practice in New Zealand*. N.Z. Forest Research Institute. Symposium N° 9, Rotorua, 214 pp.
- _____. 1971. "Effect of undercutting and wrenching on growth of *Pinus radiata* D. Don seedlings", *Journal of Applied Ecol.* 8: 477-490.
- ROOK, D., J. HOBBS. 1972. *Physiology of Pinus radiata*. New Zealand Forestry Serv. Forest Research Institute, Ann. Rep.: 28.
- ROOK, D. 1973. "Conditioning of *Pinus radiata* seedlings to transplanting by restricted watering", *New Zealand Journal of Forestry Science* 3: 54-69.
- SCHMIDT, H., A. URZUA, A. RUSTOM. 1983. Ensayos de regeneración de bosque nativo de raulí. Resultados iniciales. CONAF/FAO. Documento de trabajo N° 50. Santiago, Chile, 118 pp.
- SHEPHERD, K. 1986. *Plantation Silviculture. Nursery Practice* (Chapter 4). Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, Netherlands, 322 pp.
- THOMPSON, B. 1985. Seedling morphological evaluation-what you can tell by looking. Pp. 59-71. En: DURYEA, M. (ed.). *Proceedings: Evaluating seedling quality: principle, procedure and predictive abilities of major test*. Oregon State University, Corvallis, Oregon, U.S.A., 143 pp.
- VAN DORSSER, J., B. MOBERLY. 1971. Seedling quality. Pp. 35-36. En: *New Zealand Forestry Service*. Report of forest Research Institut for 1970.
- VAN DORSSER, J., D. ROOK. 1972. "Conditioning of radiata pine-by undercutting and wrenching description of methods, equipment and seedling response", *New Zealand Journal Forestry* 17 (1): 61-73.
- VAN DORSSER, J., 1976. Seedling conditioning. Rotorua, New Zealand. Forest Research Institute. Symposium N° 22.
- _____. 1980. Raising native trees. In: What's new in forest research. Forest Research Institute. Rotorua, New Zealand, N° 85, 4 pp.
- WARDLE, J. 1984. *The New Zealand Beeches*. New Zealand Forestry Service, 447 pp.
- WERNER, J. 1987. Determinación de períodos óptimos de estratificación para semillas de diferentes procedencias de raulí *Nothofagus alpina* (Poepp. et. Endl.) Oerst. Tesis Ing. For., Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, 123 pp.
- WILL, G., J. VAN DORSSER, D. ROOK. 1971. "Undercutting and root wrenching as a means of producing good *Pinus radiata* planting stock in biocide-treated and high fertility soils", *Advancing Frontiers of Plant Science*. New Delhi 23: 183-191.