

**DESARROLLO DE RAULI EN VIVERO BAJO
DISTINTOS NIVELES DE LUMINOSIDAD Y
ESPACIAMIENTO**

Hans Grosse (*)
Michael Bourke (**)

RESUMEN

Con el objetivo de entregar antecedentes acerca de la óptima preparación de plantas (1-0) de raulí (*Nothofagus alpina*) para su desarrollo en terreno una vez plantadas, se realizaron ensayos en vivero que consideraron distintos niveles para los factores luminosidad y espaciamiento. No se aplicaron fertilizantes.

Con niveles de luminosidad de un 43% y un 60%, el desarrollo en biomasa de las plantas fue superior que bajo luz completa y un 37% de ésta. A los 6 meses los valores promedio en altura fueron de 30,9 cm y 34,5 cm, respectivamente, con un diámetro del cuello de la planta de aproximadamente 4,3 mm.

Los espaciamientos de 210 cm² y 300 cm² por planta, permitieron maximizar el crecimiento de éstas, expresado en peso seco, altura y diámetro del cuello.

ABSTRACT

*Different levels of light intensity at different spacings were tried in a forest nursery, so that the best growth combination to produce a (1-0) raulí (*Nothofagus alpina*) plant could be established. No fertilizer was used.*

With relative light levels of 43% and 60% of full sunlight, the seedlings had more biomass, height and diameter than those produced under 100% and 37% relative light. The average height, under the best conditions, was 30,9 cm and 34,5 cm respectively, with an average root collar diameter of 4.3 mm, after 6 months growth.

The spacings of 210 cm² and 300 cm² per seedling, equally maximized the growth of rauli in terms of total dry weight, height and root collar diameter.

(*) : Ingeniero Forestal, Dr. División Regional, Instituto Forestal. Barros Arana 121. Concepción - Chile.

(**) : Ingeniero Forestal. División Regional, Instituto Forestal. Barros Arana 121. Concepción - Chile.

INTRODUCCION

Grandes extensiones de terreno cubiertas en el pasado por valiosos bosques con importante participación de raulí y otras especies del género *Nothofagus*, actualmente se encuentran empobrecidas respecto a éstas.

La situación mencionada originó algunos estudios relacionados con el desarrollo de la regeneración natural y artificial de estas especies.

Uno de los factores principales que afectan el desarrollo de las plantas es la luminosidad. Sobre este tema la información para el Género *Nothofagus* aún es escasa. Por este motivo parte de los antecedentes revisados para diseñar los ensayos se concentró en Publicaciones relacionadas con la materia, pero para *Fagus sylvática* (BURSCHEL y HUSS, 1964; BURSCHEL, HUSS Y FALBHENN, 1964; HUSS Y STEPHANIE, 1978; SCHMALTZ, 1964; SUNER y ROHRIG, 1980).

Esto se debió a que esta especie ha sido bastante estudiada respecto a su reacción frente a la luminosidad y a que es comparable con la especie en estudio, *Nothofagus alpina*.

Diversos aspectos del desarrollo de plántulas del género *Nothofagus* regeneradas bajo condiciones naturales analizan ESPINOZA (1972), ROSENFELD (1972) y MULLER-USING (1973). Entregan antecedentes básicos sobre los niveles de tolerancia frente a disponibilidad mínima de luz para estas especies. Un análisis del desarrollo de plantaciones realizadas a plena luz con raulí en la zona costera y la Precordillera Andina entrega GROSSE (1987), demostrando que la regeneración artificial es una alternativa de repoblación de gran interés para raulí.

Una buena preparación de plantas en vivero es fundamental para la proyección futura de una plantación. En este sentido y considerando 3 niveles de luminosidad, AGUILERA y FEHLANDT (1981) describen el comportamiento de plántulas de raulí, roble y coigüe en un vivero en Valdivia. Demuestran que las plantas se desarrollan mejor bajo semisombra.

En el presente estudio el objetivo es el de conocer con mayor exactitud el rango de luminosidad óptimo en vivero, para raulí, combinando éste con distintos niveles de espaciamiento.

ANTECEDENTES METODOLOGICOS

El lugar del ensayo fue el vivero Quelén-Quelén, ubicado en la VIII Región del Bío-Bío, provincia de Arauco, comuna de Cañete, aproximadamente a los 37° 45' Lat. Sur y 73° 25' Long. y 45 m.s.n.m.

La estructura del suelo es granular y su textura arenoso-francoso. El vivero ha estado tradicionalmente dedicado a la producción de *Pinus radiata*, para lo cual su drenaje y condiciones del suelo se consideran adecuados (BOURKE y GROSSE, 1987).

Análisis de suelo tomados hasta 25 cm de profundidad indican:

- pH	: 5,1
-- Materia orgánica	: 1,54 %
- Capacidad de intercambio catiónico	: 4,0 meq/100 g
- Densidad específica	: 1,16 g/cm ³
- N	: 12 ppm
- P	: 24 ppm
- K	: 102 ppm

Entre noviembre y abril de 1986, las temperaturas a 3 cm sobre el suelo fluctuaron entre 15°C y 37°C para las máximas y entre 1°C y 17°C para las mínimas.

Diseño Experimental

El objetivo del ensayo planteado es probar el efecto de distintos flujos de radiación en plantas de raulí dispuestas con espaciamentos variables. Para cumplir con esto se planteó un experimento factorial, con un diseño en bloques aleatorios con parcelas divididas.

Los factores y niveles considerados fueron:

Factor luminosidad (A):

Nivel A₁ : 100%

Nivel A₂ : 60%

Nivel A₃ : 43%

Nivel A₄ : 37%

Factor espaciamiento (B):

Nivel B₁ : 300 cm²/plántula

Nivel B₂ : 210 cm²/plántula

Nivel B₃ : 104 cm²/plántula

Nivel B₄ : 60 cm²/plántula

Número de bloques: 6

Las platabandas se dimensionaron en 5,1 m de largo, 1,2 m de ancho y 0,1 m sobre el nivel de los pasillos. Se orientaron en dirección 195° oeste, sin presentar pendiente.

Las semillas utilizadas se recolectaron durante marzo de 1986 y provienen de Ralco-Collico (Cordillera Andina, 1.250 m.s.n.m. 37° 53' Lat. Sur). Se sembraron en almácigos el día 3 de septiembre de 1986. Se repicaron a las platabandas seis semanas después, al comenzar la lignificación del tallo y cuando la altura de las plántulas bordeaba los 3 cm. En este momento ya se estaba desarrollando el segundo par de hojas verdaderas. Inmediatamente después del repique se protegieron las plántulas durante una semana con un sombreadero, que dejaba pasar aproximadamente un 30% de luminosidad. Después de esta semana se instalaron los sombreaderos definitivos hasta el 15.03.87. Estos se retiraban sólo para regar—cada 3 días— y medir las plántulas. Se subían de acuerdo al crecimiento en altura de las plantas. Con este procedimiento se aseguró un planteamiento homogéneo para la situación inicial del ensayo. En cada parcela se colocaron 88 plántulas. Para mantener el espaciamiento prefijado se optó por replantar en caso de producirse mortalidad.

Para dosificar la luminosidad se usaron 3 tipos de sombreadero: malla Raschell 80% y 50% y una malla blanca, las cuales permitían el traspaso del 37%, 43% y 60% de la luminosidad respectivamente. (Figura 2). La luminosidad fue medida el 11.02.87 a las 15:00 PM.

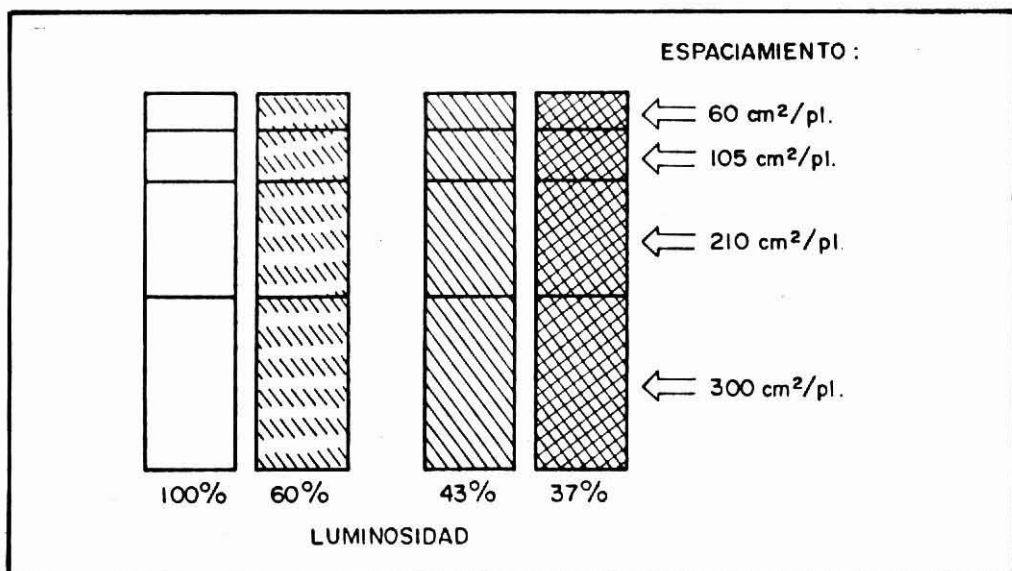
Las mediciones de luminosidad se realizaron con "luxómetros". Estos instrumentos, calificados como standard por parte del fabricante "Dr. Bruno Lange GMBH", cuentan con una unidad de medida que, dependiendo de la escala utilizada, entregan mediciones en los rangos de 100 a 1.000 lux, de 1.000 a 10.000 lux y 10.000 a 100.000 lux.

La luminosidad fue medida cuatro veces simultáneamente en el centro de la situación bajo cobertura y en una situación testigo sin ésta. Con estos dos valores se calcularon los valores de luminosidad relativa que caracterizan las situaciones del ensayo.

También se realizaron mediciones de la temperatura del aire a nivel del suelo y sobre éste a 3 cm y 10 cm y a 10, 15, 20 y 30 cm de profundidad. La fecha de medición fue el 31.12.86 a las 15:00 horas, considerándose las temperaturas de esta fecha como representativas para gran parte del período vegetativo. (GROSSE y BOURKE, 1987).

FIGURA 1

DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EL ENSAYO DE UTILIZACION DEL SITIO
(Vivero Quelén-Quelén; temporada 1986-1987)



Mediciones del ensayo

Mensualmente se midió la altura de 3 plantas por parcela para conocer su tendencia de desarrollo. Estos datos no se incluyen en este estudio. La medición final se realizó a mediados de abril de 1987, considerando para ésto, 20 plantas en el centro de la parcela. Las variables de estado consideradas fueron:

- Altura total (precisión 0,5 cm)
- Diámetro del cuello (a 2 cm sobre el nivel del suelo; precisión 0,5 mm).

Cinco de estas plantas se extrajeron para realizar mediciones de peso seco del tallo, hojas y de la raíz en laboratorio. El proceso de secado se llevó a cabo durante 14 horas a una temperatura de 100°C. Para estimar el peso seco de la raíz se extrajo un cilindro con un contenido de 1.000 cm³ de suelo y raíces para cada una de las plantas muestreadas. Se optó por este método dado que resultaba demasiado difícil seguir las raíces finas laterales sin destruirlas.

Para determinar la superficie foliar se midieron dos plantas por parcela que representarán la situación promedio de éstas. Se siguió un procedimiento utilizado con buenos resultados por GROSSE (1983), que consiste en determinar la superficie de cada hoja en función de su largo con ayuda de un modelo de regresión lineal simple. Se optó por este método de muestreo, dada la rapidez con la cual se pueden ejecutar las mediciones. Sus resultados son bastante confiables para determinar tendencias generales. La base muestral para determinar el modelo fue de 106 hojas.

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se entregan los resultados de las mediciones de luminosidad y temperatura del aire y del suelo para las condiciones experimentales del ensayo. Posteriormente se presentan los resultados e interpretación del crecimiento de raulí.

Condiciones de luminosidad y temperatura en los ensayos

Los niveles de luminosidad medidos bajo las coberturas empleadas fueron 37%, 43% y 60%, considerándose además una situación descubierta.

Estos valores relativos se obtuvieron al producirse el medio día solar del 11.02.87. El cielo se encontraba despejado, lo que permitió que sin cobertura la luminosidad fluctuara entre 96.750 a 98.000 lux. Bajo cobertura estos valores fueron reducidos a los valores ya indicados. (Cuadro 1).

CUADRO 1

LUMINOSIDAD RELATIVA Y ABSOLUTA EN EL ENSAYO DE UTILIZACION DEL SITIO (Vivero Quelén-Quelén; temporada 1986 - 1987)

Luminosidad Relativa	Rango de Luminosidad en Lux			
	Sin cobertura	n	Bajo cobertura	n
36,7%	97.000-97.500	4	24.750-29.000	4
42,9%	96.750-98.000	4	38.000-44.000	4
60,2%	97.500-98.000	4	55.000-62.000	4

Mediciones realizadas en días parcialmente nublados y en consecuencia de menor luminosidad mostraron valores relativos similares a los presentados en el Cuadro 1, razón por la cual se consideró que éstos son representativos.

En el Cuadro 2 se presentan las temperaturas a distintas alturas sobre y bajo el nivel del suelo en función de la luminosidad, medidas el 31 de diciembre de 1986. En esta fecha el sombreadero se encontraba a una altura sobre la platabanda menor de 10 cm debido a que las plántulas habían emergido recientemente.

Sobre los 10 cm de altura, la temperatura se presentó constante con 23,2°C.

En función de un mayor acercamiento al suelo y de una mayor luminosidad, la temperatura aumentaba, llegando a un valor máximo de 37,7°C a nivel del suelo y con un 100% de luminosidad disponible. Este valor superó en un 60% la temperatura del aire medida a 10 cm de altura.

Al aumentar la profundidad del suelo la temperatura disminuyó. Niveles de luminosidad más altos incidieron en que la temperatura subiera en todos los niveles de profundidad del suelo. De este modo, la diferencia de temperatura entre los 10 y los 39 cm de profundidad fue de 0,2°C y 6,1°C bajo un 37% y un 100% de luminosidad relativa respectivamente.

Las diferencias de temperatura producidas, ya sea por distintos niveles de luminosidad, de altura sobre el nivel del suelo o de profundidad, indican ciertos márgenes de adaptación que la plántula de vivero requiere para lograr su desarrollo. Si bien las mediciones indicadas en el Cuadro 2 muestran una situación puntual de un día despejado con viento, éstas entregan márgenes bastante representativos para las condiciones climáticas durante el período estival del vivero Quelén-Quelén.

CUADRO 2

TEMPERATURA A DISTINTAS ALTURAS SOBRE EL NIVEL DEL SUELO Y A DISTINTAS PROFUNDIDADES DE ESTE EN FUNCION DE LA LUMINOSIDAD (Vivero Quelén-Quelén, Arauco; temporada 1986-1987)

Altura del Suelo (cm)	Temperatura según Luminosidad Relativa °C			
	37%	43%	60%	100%
+ 10	23,2	23,2	23,2	23,2
+ 3	24,0	26,7	26,0	26,4
0	26,0	29,7	28,3	37,7
-10	16,2	16,9	19,1	22,9
-15	16,0	16,8	17,3	20,3
-20	15,9	16,1	16,8	18,1
-30	16,0	16,2	16,6	16,8

NOTA: Fecha de medición: 31.12.86 (despejado con viento) a las 15:00 PM. El sombreadero se encontraba bajo los 10 cm de altura sobre la platabanda.

Crecimiento de raulí en vivero bajo distintas condiciones de luminosidad y densidad

A continuación se presentan los resultados de desarrollo de raulí en vivero bajo distintas condiciones de luminosidad y espaciamiento. Las variables de estado consideradas son la altura total, el diámetro del cuello de la planta a 2 cm de altura, la superficie foliar y el peso seco del tallo, hojas y raíces.

Los distintos niveles de luminosidad y espaciamiento causaron diferencias significativas para todas las variables de estado consideradas, sin existir interacción (Cuadro 3).

Los distintos niveles de luminosidad incidieron en el desarrollo de las plantas de raulí como se detalla a continuación:

- El mayor desarrollo en altura total se logró bajo los niveles de luminosidad intermedios, llegando al valor máximo de 34,5 cm bajo un 60% de luminosidad.
- En las situaciones extremas con un 100% y un 37% de luminosidad se obtuvieron los niveles de crecimiento más bajos, los que bordean los 22 cm.
- Los diámetros del cuello de la planta de aproximadamente 4,2 mm se mantuvieron prácticamente iguales, con excepción de la situación con menor disponibilidad de luz donde bajaron en un 30%.
- Los pesos secos del tallo más hojas, de hojas y de raíces llegaron a su máximo, bajo un 60% de luminosidad, seguido por las situaciones de un 100%, 43% y 37%. Para el peso seco total no se determinó una diferencia significativa entre estas 3 últimas situaciones, observándose, la misma tendencia para los pesos secos parciales.
- La superficie foliar por planta llegó a su valor más alto con 430 cm² bajo un 60% de luminosidad, superando en un 40% la superficie alcanzada bajo luz total y un 43% de luminosidad, y duplicando el valor alcanzado bajo un 37% de luminosidad.

Los distintos espaciamientos incidieron sobre el desarrollo de las plantas de raulí como se detalla a continuación:

- La mayor altura fue lograda con un espaciamiento de 105 cm² por planta, alcanzando a 28,8 cm. Al aumentar o disminuir el espaciamiento la altura bajó en hasta 2,2 cm.
- El diámetro del cuello de la planta alcanzó su valor más alto de 4,3 mm con 300 cm² de espacio. Al reducirse esta superficie, el diámetro de cuello disminuyó significativamente.
- Los pesos secos del tallo más hojas, de las hojas y del total alcanzaron su valor máximo con el mayor espaciamiento, bajando a medida que la disponibilidad de espacio era más reducida. Para las raíces se produjo una relación inversa debido al método de medición que considera el peso seco de las raíces por unidad de volumen.
- La superficie foliar llegó a su máximo con 383 cm² al disponer de un área de 300 cm², bajando a medida que el espaciamiento se reducía.

Discusión de los resultados

El nivel más bajo de luminosidad en los ensayos se planteó con un 37%. Este nivel es bastante más alto que las condiciones mínimas exigidas por el raulí para su sobrevivencia. Estas, según MULLER-USING (1973), no alcanzan a un 5% de luminosidad relativa. Para los fines del ensayo se aplicaron las condiciones que podrían significar un mayor desarrollo potencial de las plántulas.

De acuerdo a los resultados, la hipótesis de que el máximo crecimiento en plantas jóvenes de raulí se produce en un rango de luminosidad intermedia, fue probada. Dicha hipótesis se fundamentó en los resultados de crecimiento máximo de altura bajo sombreadero obtenidos por BURSHEL y HUSS (1964) y SCHMALTZ (1965) para *Fagus sylvática* y los de AGUILERA y FEHLANDT (1981) para raulí.

CUADRO 3

**RESULTADOS DE CRECIMIENTO DE RAULI
BAJO DISTINTOS REGIMENES DE LUMINOSIDAD Y ESPACIAMIENTO
(Vivero Quelén-Quelén, Arauco; temporada 1986-1987)**

Tratamiento	Ensayo de Aprovechamiento del Sitio						
	Altura total (cm)	d _{0,02} (mm)	Peso Seco				Superficie foliar (cm ²)
			Total (g)	Tallo y hojas (g)	Hojas (g)	Raíces (g/1000 cm ³)	
LUMINOSIDAD (%)							
A ₁ (100)	21,9 c	4,15 a	2,9 b	1,9 b	1,35 b	0,31 b	312 b
A ₂ (60)	34,5 a	4,38 a	3,9 a	2,7 a	1,65 a	0,46 a	430 a
A ₃ (43)	30,9 b	4,30 a	2,6 b	1,8 b	1,00 c	0,23 c	282 b
A ₄ (37)	22,7 c	3,03 b	2,1 b	1,3 c	0,75 d	0,14 d	213 c
Nivel de significancia	+	+	+	+	+	+	+
ESPACIAMIENTO (cm²)							
B ₁ (300)	27,5 b	4,30 a	3,4 a	2,4 a	1,48 a	0,26 c	383 a
B ₂ (210)	26,6 b	4,00 b	3,2 a	2,0 b	1,30 b	0,25 c	318 b
B ₃ (105)	28,8 a	3,95 b	2,8 b	1,8 b	1,18 b	0,36 b	323 b
B ₄ (60)	27,2 b	3,60 c	2,1 c	1,5 c	0,80 c	0,39 a	212 c
Nivel de significancia	+	+	+	+	+	+	+

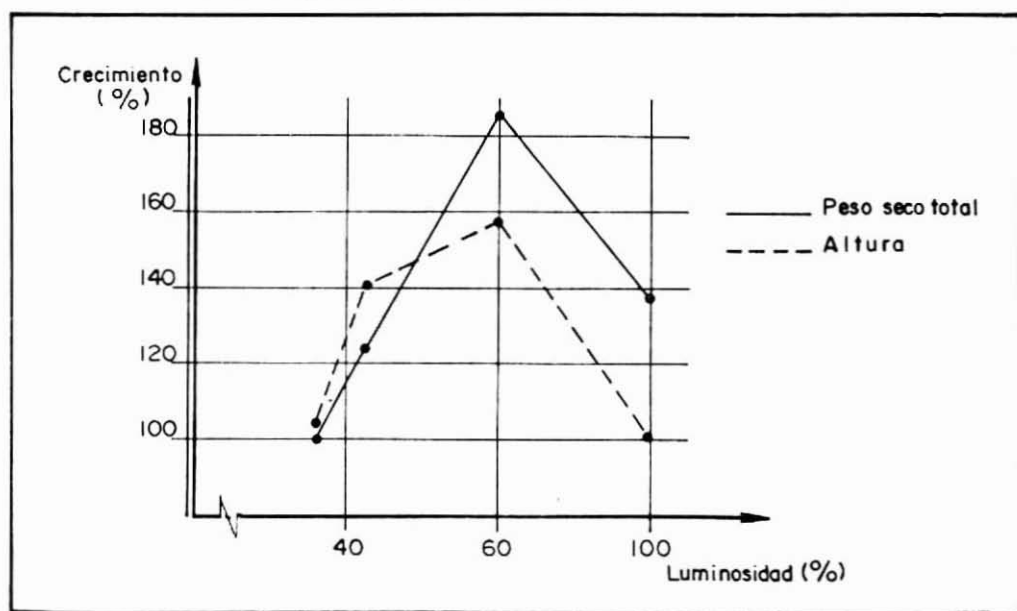
NOTA: (+), Significativo sobre el 95%. Entre (A x B) no hay interacción. Valores medios representados por letras minúsculas son distintos entre ellos a niveles de significancia entre el 85% y 99%.

Estos dos últimos autores ensayaron el desarrollo de las plántulas bajo condiciones extremas, 100% y 2% de luminosidad, considerando sólo una situación intermedia con un 40%. Ellos demostraron que el raulí maximiza su desarrollo bajo sombreadero, sin poder

especificar el rango óptimo. Los resultados obtenidos en el vivero Quelén-Quelén entregan antecedentes más precisos acerca de este rango. El crecimiento de todas las variables de estado de la planta se maximiza bajo un 60% de luminosidad, decreciendo al variar este nivel (Figura 2).

FIGURA 2

**SITUACION AL FINAL DEL PERIODO ESTIVAL
EXPRESADA EN PORCENTAJES DEL PESO SECO Y LA ALTURA
DE LAS PLANTAS EN FUNCION DE LA LUMINOSIDAD
(Vivero Quelén-Quelén, Arauco; temporada 1986-1987)**



Bajo un 60% de luminosidad y a una profundidad del suelo de 10-15 cm, la temperatura fluctuó entre 17°C y 19°C al medio día solar durante gran parte del período estival. El rango de temperatura indicado coincide con el entregado como óptimo para el crecimiento radicular de *Juglans nigra* por KUHNS, GARRET, TESKEY y HINCKEY en 1985. Según los antecedentes obtenidos, se puede suponer que el rango de temperaturas indicado pareciera estar en el óptimo también para plantas de raulí.

Con un 100% de luminosidad, la temperatura del suelo pudo haber tenido un efecto inhibitor.

El espaciamiento también afectó el crecimiento de las plantas. A excepción de la altura, todas las otras variables de estado lograron un mayor desarrollo a medida que las plantas disponían de más espacio. Por otro lado, a medida que disminuía el espaciamiento por planta, el peso seco de las raíces por 1.000 cm³ de suelo aumentaba, lo que se explica por la mayor densidad.

Las plantas que crecieron con un espaciamiento de 300 cm², el más alto del ensayo, lograron las dimensiones mayores en todas las variables de estado aéreas. Por este motivo es de suponer que serían las de mejor potencial de crecimiento al ser plantadas.

CONCLUSIONES

El ensayo de utilización del sitio en función de distintos niveles de luminosidad y espaciamiento para raulí, realizado en el vivero Quelén-Quelén (Arauco), permite concluir para una temporada de observación, lo siguiente:

- La utilización de sombreadero favorece el crecimiento de las plántulas.
- No se encontró interacción entre la luminosidad y el espaciamiento.
- Con niveles de luminosidad entre 43% y 60%, el crecimiento de las plántulas supera los valores alcanzados en las situaciones con luz completa y con un 37% de ésta.
- Bajo un 60% de luminosidad se obtuvieron los mayores crecimientos en diámetro y altura, alcanzando 4,4 mm y 34,5 cm, respectivamente.
- Bajo un 60% de luminosidad, en días despejados y con viento, las temperaturas del suelo a una profundidad de 10 a 15 cm fluctuaron entre 17°C y 19°C. Estas condiciones fueron características durante el período estival.
- Las temperaturas registradas durante el período estival sobre y bajo el nivel del suelo se pueden considerar como adecuadas para el desarrollo integral de la planta.
- El crecimiento en peso seco fue proporcional al aumento del espaciamiento por planta, llegando a su máximo con 300 cm².
- Todas las variables de estado de las plantas incrementaron sus valores al aumentar el espaciamiento, con excepción de la altura, cuyo desarrollo fue favorecido por una densidad más alta.
- Niveles cercanos al 60% de luminosidad y a 300 cm² de espaciamiento por individuo son recomendables para el desarrollo de plantas de raulí durante la primera temporada en vivero.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AGUILERA, L. Y FEHLANDT, A. (1981): Desarrollo inicial de *Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst., *Nothofagus alpina* (Mirb.) Bl., y *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Bl. bajo tres grados de sombra. Tesis: Universidad Austral de Chile, Fac. de Ingeniería Forestal. 101 pp.
2. BOURKE, M. y GROSSE, H. (1987): Fertilización de raulí en vivero. Ciencia e Investigación Forestal. INFOR - CHILE. Vol. 1, N° 2 : 21-30.
3. BURSCHEL, P., HUSS, J. (1964): Die Reaktion von Buchensämlingen auf Beschattung; Forstarchiv, Bd. 35, S. 225-233.
4. BURSCHEL, P., HUSS, J. y KALBHENN, R. (1964): Die natürliche Verjüngung der Buche; Schriftenreihe der Forstl. Fakultät d. Univ. Göttingen. 186 pp.
5. ESPINOZA, M. (1972): Alcances sobre las condiciones de luz como factor importante en la regeneración natural del bosque tipo raulí *Nothofagus alpina* Poepp. et ENDL, KRASSER) y coigüe (*Nothofagus dombeyi* MIRB - OERST). Tesis de grado. Univ. Austral de Chile. Fac. de Ing. For. 76 pp.
6. GROSSE, H. (1983): Untersuchungen zur künstlichen Verjüngung des Bergmischwaldes - Ergebnisse eines Forschungsprojektes in den ostbayerischen Kalkalpen. Forschungsberichte d. Forstl. Forschungsanstalt. München 55: 203 pp.
7. GROSSE, H. y BOURKE, M. (1987): La regeneración de raulí. INFOR-CORFO. Santiago - Chile. 84 pp.
8. HUSS, J. y STEPHANIE, A. (1978) : Lassen sich angekommene Buchennaturverjüngungen durch frühzeitige Auflichtung, durch Düngung oder Unkrautbekämpfung rascher aus der Gefahrenzone Bringen; Allg. Forst-u. Jagdztg; Bd. 149, S. 133-145.
9. MULLER - USING, B. (1973): Untersuchungen über die Verjüngung von *Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst. und ihrer wichtigsten Begleitbaumarten in den chilenischen Anden - und Küstenkordillere. Diss. Univ. München. 229 pp.
10. ROSENFELD, J. M. (1972): Desarrollo de la regeneración de raulí *Nothofagus alpina* y coigüe *Nothofagus dombeyi* bajo diferentes grados de luminosidad. Tesis de Grado. Univ. Austral de Chile Fac. de Ing. For. 63 pp.
11. SCHMALTZ, J. (1964): Untersuchungen über den Einfluss von Beschattung und Konkurrenz auf junge Buchen. Diss. Univ. Göttingen. 114 pp.
12. SUNER, A. y ROHRIG, E. (1980): Die Entwicklung der Buchernaturverjüngung in Abhängigkeit von Auflichtung des Altbestandes. Hannover: Forstarchiv, Bd. 51, S. 145-149 pp.