

CULTIVO EN VIVERO DEL HUALO (*Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser) BAJO DIFERENTES GRADIENTES DE LUMINOSIDAD Y ESPACIAMIENTO

Rómulo Santelices¹
Lisandro Herrera¹
Juan Osorio¹

¹ Universidad Católica del Maule, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Escuela de Ingeniería de Ejecución Forestal. Casilla 617, Talca.

INTRODUCCIÓN

El empobrecimiento en que se encuentran muchos bosques nativos en Chile, cualitativo y cuantitativo, se debe principalmente a la sustitución a que han sido objetos por otras especies, a su eliminación para habilitar terrenos con fines agropecuarios y a su explotación, muchas veces indiscriminada, sin considerar la reposición del material extraído.

Los bosques de hualo (*Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser) no están ajenos a la situación antes descrita y son, tal vez, unos de los más alterados en el tiempo. Esto ha llevado a las autoridades a clasificar oficialmente a esta especie, desde el punto de vista de su conservación, en la categoría «vulnerable», pudiendo pasar a la «en peligro» si sus poblaciones decrecen por sobrexplotación, destrucción intensiva de su hábitat u otros disturbios del medio ambiente (BENOIT, 1989).

Al comparar la superficie actual con la que existía hace más de 20 años, se puede dimensionar el progresivo deterioro de los bosques de Hualo. Estudios cartográficos realizados en la Universidad Católica del Maule indican que hoy en día no exceden las 45.000 ha en la precordillera andina de la VII Región (RODRIGUEZ et al., 1991), lo que hace presumir que en total en el país no superarían las 90.000 ha. Urzúa señalaba en 1975 que el área de distribución natural del bosque de Hualo era alrededor de 900.000 ha.

Respecto a sus usos, la madera de Hualo fue muy apreciada para la construcción de embarcaciones conocidas como faluchos maulinos. Durante el primer tercio de este siglo se construyeron más de 6.000 en el astillero A. Rojas de Constitución, uno de los

ocho astilleros que tenía la ciudad, (PIMSTEIN, 1974). Esto pone en evidencia, además de la importancia que tuvo la especie, la tasa de explotación a que fue sometida en esa época. Además, ha sido usada en mueblería y en la construcción de obras de artes viales (HOFFMANN, 1991). Actualmente su uso está restringido a la producción de leña y carbón.

Si se quiere mejorar el estado en que se encuentran estos bosques, deberían desarrollarse técnicas que permitan su enriquecimiento. Hoy existe escasa información sobre aspectos básicos al respecto, lo que sin duda ha contribuido al deterioro de la especie. Se tienen algunos antecedentes sobre su fenología y propagación (DONOSO, 1975; DONOSO Y CABELLO, 1978; ESPINOZA y CABELLO, 1993; MEBUS, 1993), pero se desconoce la información sobre aspectos silvícolas que permitan desarrollar métodos de cultivo en vivero, de plantación, o de manejo de rodales.

Son varios los aspectos que influyen en la calidad de las plantas que se cultivan en el vivero. Debe decidirse, en una primera etapa, si la producción se efectúa en contenedores o a raíz desnuda. En este último caso, algunos de los factores determinantes en la calidad son el espaciamiento, las podas de raíces y los descalces. Además, es necesario determinar aspectos sobre los niveles más adecuados de fertilización y luminosidad.

AGUILERA y FEHLANDT (1981), basados en los antecedentes de Schlegel (1973), sostienen que bajo sombra se produce una disminución de la relación raíz/tallo. Por otra parte, a medida que disminuye la luminosidad, los sistemas radicales se

desarrollan en forma pobre y superficial (SPURR y BARNES, 1980), lo que sin duda incide en el crecimiento.

Sobre el crecimiento en altura varios autores coinciden en que se produce un mayor desarrollo bajo sombra, lo que algunos han denominado espigamiento.

El espaciamiento es un factor fundamental para el desarrollo de las plantas. A medida que ellas disponen de mayor espacio, el crecimiento debe ser mayor. La densidad afecta el grado de competencia por la disponibilidad de luz, humedad y nutrimentos. Por lo general, con un espaciamiento amplio se promueve el desarrollo de raíces más grandes y niveles más altos de reservas de carbohidratos, los que son esenciales ya que les permiten a las plantas tener mayor resistencia al frío y disminuir las pérdidas ocasionadas por el ataque de insectos y enfermedades (LAVANDER, 1984).

El objetivo de este trabajo es analizar el

efecto que tienen, después de una temporada, la luminosidad y el espaciamiento en el desarrollo de plantas de Hualo cultivadas a raíz desnuda en vivero.

MATERIAL Y MÉTODO

Características de la semilla y del lugar del ensayo.

Las semillas fueron cosechadas en los meses de febrero y marzo de 1993, desde el suelo y de rodales de árboles adultos. La colecta se realizó en la zona costera de la comuna de Constitución, en el predio Costa Azul a 250 msnm, de propiedad de la Universidad Católica del Maule (35° 21' Lat. S. 72° 26' Long. O.).

La caracterización de las semillas empleadas en el ensayo se basó en las recomendaciones de la ISTA (Asociación Internacional para el Análisis de semillas). Del análisis preliminar de éstas se obtuvieron los siguientes resultados:

Características de las semillas

Peso de 1.000 granos (g)	666,2 ± 42,6
Cantidad por peso (Nº/kg)	1.501 ± 96
Pureza (%)	79,6
Capacidad germinativa (%)	56
Energía germinativa (%)	38

La determinación de los valores de la capacidad y la energía germinativa se realizó estratificando la semilla a 4°C durante 30 días.

El ensayo se realizó en la ciudad de Talca, en el vivero de la Universidad Católica del Maule. El suelo tiene una textura franco arcillosa; pH ligeramente ácido (6,05);

materia orgánica por debajo de lo normal (2,36%); el contenido de nitrógeno (34 ppm y fósforo (29 ppm), se encuentran en una proporción media alta, mientras que la de potasio (141 ppm), es alta.

El clima de la ciudad de Talca se caracteriza por presentar una estación seca prolongada, con altas temperaturas en los meses de diciembre y enero, que muchas veces sobrepasan los 30 °C.

La semilla de Hualo tiene una latencia endógena. Para sacarla de ese estado fue necesario estratificarla a 4 °C durante cuatro semanas.

Diseño experimental

El ensayo se estableció con un arreglo factorial y un diseño en bloques completamente aleatorizados de 2*2. Se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento y la unidad experimental estuvo compuesta por 30 plantas dispuestas en seis hileras.

Los factores estudiados y sus respectivos niveles son los siguientes:

Luminosidad (A)

a₁: 100%

a₂: 50%

Espaciamiento (B)

b₁: 80 cm²/planta

b₂: 160 cm²/planta

Instalación del ensayo

La siembra se realizó el 15 de octubre de 1993, a una profundidad de 2 a 3 cm, es

decir, tratando que fuera de 2 a 3 veces el diámetro de la semilla, para facilitar su germinación. Para tal efecto se utilizaron seis almacigueras construidas con madera de pino radiata, de 36 cm de ancho, 15 cm de alto, y 51 cm de largo.

Como sustrato se empleó arena de río, ya que gracias a su textura facilita la germinación. Previo a la siembra, fue esterilizada hirviéndola en agua.

El riego de las almacigueras se efectuó por aspersión, procurando mantener el sustrato, en el nivel de las semillas y posteriormente en el de las raíces, a capacidad de campo.

Cuando las plantas tenían en promedio 7 cm de altura, se procedió a repicarlas a las platabandas. Esto fue los días 24 y 25 de noviembre de 1993, entre las 8 y las 12 horas. En ese período, las condiciones climáticas, registradas en la estación meteorológica de la Universidad Católica del Maule, que se encuentra contigua al vivero, indicaron que las temperaturas extremas variaron entre 8 y 27,9 °C; y la humedad relativa entre 48,3 y 51,3%. Los días se presentaron de parcial nublado a despejado.

El repique de las plantas se efectuó a la sombra, para lo cual se utilizó una malla de 50% de luminosidad. Con el fin de evitar daños por una excesiva insolación y asegurar una mayor sobrevivencia, la malla fue retirada un mes más tarde, cuando las plantas se habían recuperado bien del repique. En ese momento, el 23 de diciembre de 1993, se establecieron en forma definitiva los tratamientos de luminosidad.

Los distanciamientos ocupados fueron de 5*16 cm (80 cm²/planta) y de 10*16 cm (160 cm²/planta).

Las plantas tratadas con un 100% de luminosidad fueron colocadas a pleno sol. Las con un 50% estuvieron bajo la sombra de una malla de plástico, colocada a 60 cm de altura, que cubría la parcela en forma lateral y horizontal.

Las parcelas fueron separadas entre sí a una distancia de 70 cm, para evitar la influencia que podrían ejercer las sombras respectivas.

Como medida preventiva se aplicó, el 9 de diciembre de 1993, el fungicida de nombre comercial Ridomil MZ 58 WP (mancozeb 48% p/p, metalaxyl 10% p/p). La dosis empleada fue equivalente a 2 kg/ha, aplicándose con una bomba de espalda.

También se realizó una fertilización de apoyo con 60 g fosfato diamónico (46% de P 2°5 y 18% de N) y 60 g de salitre potásico (15% de N y 14% de K₂O) por cada platabanda. Los productos fueron aplicados al voleo en forma homogénea.

El riego se efectuó por aspersión, en forma manual, procurando mantener el suelo a capacidad de campo en el nivel de las raíces.

Las plantas se mantuvieron libres de la competencia de malezas, las que fueron controladas manualmente.

El ensayo fue evaluado el 15 de marzo de 1994, fecha en la cual se consideró que el efecto de la sombra ya no sería tan significativo.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Al realizar los análisis de varianza se verificó

que no había una interacción significativa entre los factores, por lo cual fueron analizados en forma independiente.

Luminosidad

Se manifiesta un claro efecto de la luminosidad en la sobrevivencia de las plantas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de la luminosidad en la sobrevivencia de las plantas de Hualo.

Luminosidad (%)	Sobrevivencia (%)
50	57 a
100	3 b

Nota: Los valores promedios representados por letras minúsculas distintas, asignadas según el test de Duncan, difieren entre sí (según ANDEVA) con un 95 % de confianza.

El hualo es una especie considerada como intolerante, es decir, no es capaz de crecer bajo la sombra o alcanza el máximo de capacidad de fotosíntesis a pleno sol (DONOSO, 1981). A pesar de ello, las plantas que se mantuvieron con luminosidad completa tuvieron una alta tasa de mortalidad.

Aunque no existen muchos estudios sobre la dinámica regenerativa de los bosque de hualo, se estima que siguen la estrategia de regeneración por claros, es decir, el autorreemplazo se produce después de que se origina un disturbio, frecuentemente la caída de un árbol, que genera un espacio dentro del bosque con mayor luminosidad, pero con sombra que ejerce una cierta protección lateral (DONOSO, 1993; URZUA, 1975).

Es probable que la alta mortalidad que se produjo a plena luminosidad en el vivero,

esté explicada por la hipótesis antes planteada. Al estar expuestas las plantas a una insolación mayor que en las áreas de su distribución natural, y sin ninguna protección, podrían no haber soportado las altas temperaturas del período estival.

Al comparar las tasas de sobrevivencia a medida que se avanzó en el período estival, y consecuentemente también aumentó la temperatura, se aprecia un fuerte incremento de la mortalidad en las plantas tratadas con 100% de luminosidad (Figura 1).

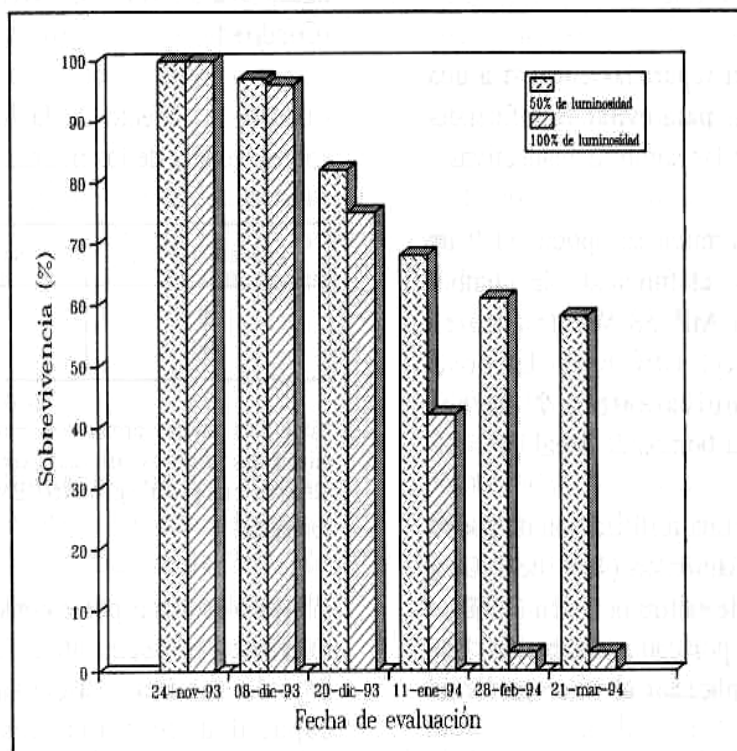


Figura 1. Efecto de la luminosidad en la sobrevivencia de las plantas en diferentes épocas del ensayo.

A partir de la segunda semana de enero de 1994, aquellas plantas que estuvieron bajo sombra prácticamente no variaron su tasa de sobrevivencia, lo que también podría indicar que necesitan estar protegidas de las altas temperaturas.

Al analizar el crecimiento de las plantas, se aprecia que el diámetro está influenciado significativamente por la luminosidad (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la Luminosidad en el crecimiento de las plantas de Hualo

Luminosidad (%)	Crecimiento promedio	
	Diámetro (mm)	Altura (cm)
50	3,2 a	15,0 a
100	2,9 b	12,8 a

Nota: Los valores promedios representados por letras minúsculas distintas, asignadas según el test de Duncan, difieren entre sí (según ANDEVA) con un 95% de confianza.

Las plantas que estuvieron bajo la cobertura de un 50%, presentan en promedio un crecimiento diametral casi un 10% mayor que aquellas a plena luminosidad. Estos resultados concuerdan con los obtenidos con otras especies del mismo género. AGUILERA y FEHLANDT (1981), compararon el desarrollo en vivero de *N. obliqua*, *N. Alpina* y *N. dombeyi* bajo diferentes gradientes de sombra (0%, 60% y 98%) Y encontraron que, luego de dos temporadas, hubo un mayor crecimiento diametral en las plantas tratadas con cerca de un 40% de luminosidad. En el caso particular del *N. obliqua*, que en su distribución más septentrional está acompañado en muchos lugares por el hualo, el crecimiento fue cerca de un 18 % más que aquellas tratadas a plena luminosidad. Además, GROSSE y BOURKE (1988) encontraron que el máximo crecimiento en plantas jóvenes de *N. alpina*, se produce con un rango de luminosidad intermedia.

Al analizar varias experiencias realizadas en la República Federal de Alemania con *Fagus sylvatica*, que pertenece a la misma familia y cuyas semillas tienen un tamaño similar a las del hualo, GROSSE (1988) señala que al disponer de un 40% de radiación global, considerada una luminosidad moderada, las plantas tienen un aumento en el crecimiento diametral un 50 % mayor que aquellas que dispusieron de un 20%.

El crecimiento promedio en altura fue de casi 14 cm en los cinco meses en que se llevó a cabo el ensayo, sin que se manifestaran diferencias estadísticamente significativas entre los dos niveles de luminosidad analizados. Estos resultados se contraponen a los obtenidos por AGUILERA y FEHLANDT (1981), que obtuvieron un mayor desarrollo en altura en las plantas de *Nothofagus* tratadas con una luminosidad intermedia. En el caso del *N. obliqua*, fue un 90 % mayor que aquellas que dispusieron de completa luminosidad.

Por otra parte, en estudios realizados con regeneración natural de *F. Sylvatica* (GROSSE, 1988), al analizar la dependencia del crecimiento en función de la luminosidad, se observó que éste además dependía de la calidad del sitio. Para el mejor sitio, que puede ser comparado con las condiciones de suelo de un vivero, el crecimiento expresado en peso seco total y en altura fue inversamente proporcional a la cobertura. Esta situación fue diferente en el sitio más pobre, en donde las plantas bajo cobertura, moderada y baja, crecieron en altura más que aquellas que dispusieron de luz completa.

Espaciamiento

El espaciamiento no afectó en forma

significativa la sobrevivencia de las plantas. Para los dos niveles analizados, las tasas alcanzadas no fueron altas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto del espaciamiento en la sobrevivencia de las plantas de Hualo

Espaciamiento (cm ² /planta)	Sobrevivencia (%)
80	25 a
160	21 a

Nota: Los valores promedios representados por letras minúsculas distintas, asignadas según el test de Duncan, difieren entre sí (según ANDEVA) con un 95% de confianza.

Los niveles de espaciamiento analizados, considerados adecuados para muchas especies, no debieran incidir en la sobrevivencia, lo que quedó manifestado al no existir diferencias estadísticamente significativas, alcanzándose en promedio un 23%.

La tasa de mortalidad se mantuvo prácticamente constante a lo largo del ensayo para los dos espaciamientos estudiados (Figura 2).

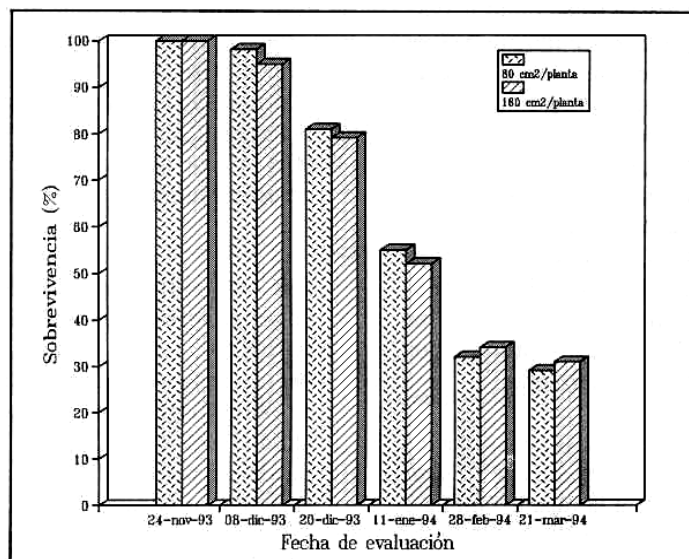


Figura 2.

Efecto del espaciamiento en la sobrevivencia de las plantas en diferentes épocas del ensayo.

El espaciamiento incide, como era de esperar, en el crecimiento diametral de

las plantas y no en la altura (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto del espaciamiento en el crecimiento de las plantas de Hualo

Espaciamiento (cm ² /planta)	Crecimiento promedio	
	Diámetro (mm)	Altura (cm)
80	2,9 a	16,5 a
160	3,2 b	16,0 a

Nota: Los valores promedios representados por letras minúsculas distintas, asignadas según el test de Duncan, difieren entre sí (según ANDEVA) con un 95% de confianza.

Al disponer de más espacio, las plantas tuvieron un mayor crecimiento en diámetro de cuello. Esto concuerda con numerosos estudios al respecto, aunque, para cada especie es diferente (LAVANDER, 1984).

Es probable que al usar espaciamientos superiores a los probados, se pueda lograr un mayor desarrollo, como en el que fue conseguido por GROSSE y BOURKE (1988) para el *N. alpina*, que llegó a su máximo con 300 cm²/planta.

No existen indicadores de la calidad de las plantas de hualo, pero se considera, en base a estudios realizados para el *Pinus radiata*, que una relación altura/diámetro de cuello igualo inferior a 60 es indicador de una buena planta. Al momento de evaluar el ensayo, esta relación era inferior a 60. No se puede generalizar para todos los viveros un nivel óptimo de luminosidad o espaciamiento, ya que hay otros factores que van a afectar el desarrollo de las plantas, tales como la ubicación geográfica del vivero o la época de siembra. Sin embargo, se puede recomendar, para situaciones similares a las del estudio, cultivar el hualo en vivero

con una luminosidad de 50% y un espaciamiento de 160 cm²/planta.

CONCLUSIONES

En base a las condiciones particulares del vivero y de la época en la cual se llevó a cabo la investigación, se pueden señalar las siguientes conclusiones:

Para el cultivo del hualo en vivero, resulta fundamental el uso de sombra para conseguir una mayor tasa de sobrevivencia. Es probable que al ensayar otros niveles ésta se pueda aumentar.

Al disponer las plantas de un nivel moderado de luminosidad, se consigue, además del aumento en la sobrevivencia, un mayor desarrollo. Esto se ve reflejado en el crecimiento diametral, el que aumentó en las plantas que tuvieron un 50 % de cobertura.

El espaciamiento afecta en forma significativa al crecimiento. El diámetro de cuello aumenta en forma proporcional, al tener las plantas mayor espaciamiento. En cambio, no tiene incidencia en la sobrevivencia.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA, L. y FEHLANDT A. 1981. Desarrollo inicial de *Nothofagus alpina*, *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus dombeyi* bajo tres grados de sombra. Tesis Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 101 p.
- BENOIT, I. 1989. El libro rojo de la flora terrestre de Chile (Primera parte). Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile. 157 p.
- DONOSO, C. 1975. Aspectos de la fenología y germinación de las especies de *Nothofagus* de la zona mesomórfica. Boletín técnico N° 4. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 32 p.
- DONOSO, C. 1981. Ecología forestal. El bosque y su medioambiente. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 369 p.
- DONOSO, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 484 p.
- DONOSO, C. y CABELLO, A., 1978. Antecedentes fenológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. Ciencias Forestales 1 (2): 31-40.
- GROSSE, H. 1988. Desarrollo de plantas de los géneros *Fagus* y *Nothofagus* en función de la luminosidad. Revisión bibliográfica. Ciencia e Investigación Forestal 2 (1): 114-120.
- ROSSE, H. Y BOURKE, M. 1988. Desarrollo de raulí en vivero bajo distintos niveles de luminosidad y espaciamiento. Ciencia e Investigación Forestal 2 (1): 1-12.
- ESPINOZA, N. y CABELLO, A. 1993. Propagación de hualo (*Nothofagus glauca*) por semillas. En: Avances en Silvicultura. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Silvicultura. Publicaciones Misceláneas Forestales N° 1. Santiago, Chile. 13 p.
- HOFFMANN, A. 1991. La flora silvestre de Chile. Claudio Gay. Santiago, Chile. 258p.
- LAVANDER, D. P. 1984. Plant physiology and nursery environment: interactions affecting seedling growth. In: Duryea Mary L. and Thomas D. Landis (Eds). Forest nursery manual: production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers for Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis, USA. 133-141.
- MEBUS, I. 1993. Enraizamiento en estacas de *Nothofagus* spp. de la zona mesomórfica de Chile amenazadas de extinción. Tesis Licenciatura en Agronomía. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 68 p.
- PIMSTEIN, R. 1974. Contribución al estudio de ecosistemas en comunidades de *Nothofagus glauca* roble maulino. Tesis Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 96 p.

RODRIGUEZ, C.; ROS, R.; Y CASTRO, R. 1991. Accesibilidad y distribución del *Nothofagus glauca* y *obliqua* en la cordillera andina de la Séptima Región. Universidad Católica del Maule. Talca, Chile. 17 p.

SPURR, S. and BARNES, B. 1980. Forest

Ecology. Third Edition. John Wiley and Sons. New York, U.S.A. 687 p.

URZUA, A. 1975. Cambio de estructura en el bosque de *Nothofagus glauca* (Phil) Krasser. Tesis Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 38 p.