

MÉTODOS DE PROTECCIÓN EN FAJA Y PROTECCIÓN UNIFORME EN EL ÁREA DE NELTUME Y COÑARIPE

LUIS OTERO D.(*), LUIS BARRALES M.(**), ALVARO CONTRERAS(***) e IGNACIO OJEDA H.(****)

(*) Ing. Forestal, M.Sc. Medio Ambiente

(**) Técnico Forestal

(***) Ing. Forestal (E)

(****) Ing. Forestal (E)

Instituto Forestal-Valdivia

RESUMEN

*Este artículo presenta los resultados obtenidos en plantaciones de rauli (*Nothofagus alpina*) realizadas bajo el método de Protección en Fajas y Protección Uniforme. Los resultados están referidos al crecimiento inicial de plantaciones durante las primeras dos temporadas de crecimiento.*

Los ensayos se realizaron en predios de la empresa BOMASA, en los fundos Pilmaiquén, zona de Neltume, y Quilalelfu, área de Coñaripe. Los ensayos se encuentran cerca del límite altitudinal de la especie, en los 800 y 1200 msnm, respectivamente, por lo tanto en condiciones climáticas relativamente rigurosas.

Las plantaciones se realizaron en fajas de 45 m de ancho y 60 m de ancho (1,5 a 2 veces la altura del dosel protector) y bajo el método de Protección Uniforme con una cobertura de 30%.

Los resultados generales indican que el crecimiento medio anual en altura de las plantaciones, bajo el método de Protección en Fajas, es de 42 cm y llega hasta 57 cm para plantas fertilizadas, durante la segunda temporada de crecimiento. Lo cual es relativamente alto si se compara con otros estudios realizados en plantaciones con esta especie. En el caso de la Protección Uniforme el incremento en altura es de 34 cm anuales.

En el sistema de cortas en fajas el prendimiento medio es de 86% y el mismo porcentaje fue determinado en términos de plantas calificadas como de buen vigor. Los porcentajes de plantas con doble flecha fluctuaron entre el 2% y el 19%.

Se encontraron diferencias significativas entre parcelas fertilizadas con abono foliar y otras testigos. Las diferencias de crecimiento medio entre el tratamiento y el control fue de 16 cm el último año.

También se encontraron diferencias significativas entre los crecimientos en altura para plantas ubicadas a diferentes distancias a la protección, siendo los crecimientos un 30 a 40% inferiores para las parcelas ubicadas en la parte alta de la faja, vale decir en condiciones de menor protección lateral, dada la exposición norte de la ladera donde se efectuó la corta.

Los resultados obtenidos demuestran y confirman el vigor y potencial productivo de esta especie, la cual puede ser plantada con éxito con protección lateral, respondiendo bien a situaciones de alta luminosidad.

Palabras clave: Silvicultura, *Nothofagus alpina*



ABSTRACT

*This study presents the results obtained in a Rauli plantation (*Nothofagus alpina*) established under strip cut and shelterbelt system. This study includes the first two seasons of growth. The trials are established in the field of the forest company (BOMASA S.A.) in the Panguipulli area (40°LS and 71°50 LW), located between 800-1200 m above sea level, which is an upper elevation level for a Rauli forest.*

The strip cut system consists of cut areas where the width of the strip cut is equivalent to 1,5 times and 2 times the height of the dominant canopy. The strip cuts follow the grade level and alternate with an untouched forest strip of 40 m in width.

The results show that the annual growth of the plantation in the strip system is greater than the shelterwood system. The mean annual growth in height during the second season of growth in the strip cut of 1,5 times the canopy height is 42 cm. In contrast, the shelterwood system has a mean annual growth in height of 34 cm. In the strip cut of 2 times the canopy height, the mean growth is 37 cm/yr.

In both strip cut widths the growth varies 30%-40% between the boarder and the central part of the strip cut. In addition, it was observed that the growth was notably better near the boarder of the strip cut.

Keywords: *Silviculture, *Nothofagus alpina**

INTRODUCCIÓN

Las nuevas tendencias en silvicultura de bosque nativo se orientan hacia intervenciones más intensivas, caracterizadas por una extracción alta del volumen por hectárea, bajo distintas modalidades del Método de Protección, ya sea protección lateral (en fajas o claros de bosque) o protección vertical (uniforme). Estudios ambientales realizados en estos sistemas de corta demuestra sus ventajas y los efectos de la protección tanto vertical como lateral (Otero et al, 1994 a y b). Los resultados demuestran la existencia de protección lateral en fajas de corta de hasta dos veces la altura del dosel y en cortas de protección uniforme con extracciones del 70% de la cobertura.

En este esquema de una silvicultura intensiva, la plantación constituye una herramienta fundamental del manejo. Evaluaciones realizadas en el ex Complejo Panguipulli revelan significativos crecimientos para todas las especies de *Nothofagus* que han sido plantadas (Donoso et al, 1993). Los resultados de este estudio muestran incrementos medios anuales en diámetros de 1,2 cm, con crecimientos periódicos de hasta 1,5 cm anuales. Las estimaciones de volumen para plantaciones jóvenes, de 15 años, revelan crecimientos de 12 a 17 m³/ha/año.

Otro estudio realizado en una plantación de 15 años del ex Complejo Panguipulli, entrega un crecimiento medio anual en diámetro de 0,88 cm y un crecimiento anual periódico máximo de 1,36 cm a los 10 años. El crecimiento medio anual en altura es de 0,9 m. La proyección de este rodal a las actuales tasa de crecimientos, entrega un volumen de 658 m³ a los 35 años, vale decir un crecimiento anual de 18.8 m³/ha/año (Contreras et al, 1995).

De igual forma los resultados en Gran Bretaña, con ensayos de cerca de 35 años, confirman el potencial productivo de esta especie. Plantaciones de 35 años alcanzan un DAP de 53 cm, en los mejores sitios, sin heladas, y en promedio los crecimientos son de alrededor de 1,2 cm anuales en los ensayos establecidos en sitios cerca de la costa. (Danby, 1991).

En plantaciones de raulí, de 37 años en Inglaterra, se han obtenido crecimientos del orden de los 17,2 m³/ha/año, con volúmenes acumulados de 636 m³/ha. Para sitios de menor calidad, con más heladas, los crecimientos son de 14 m³/ha/año (Tuley, 1979).

Es de suponer que con semilla seleccionada y con la nueva tecnología de viverización que existe y que se aplica al cultivo de especies exóticas, los crecimientos podrían ser aún mayores.

Diversas investigaciones revelan el alto requerimiento de luminosidad de la especie, adaptándose bien a condiciones de campo abierto como las presentadas bajo el sistema de protección en fajas.

Otros estudios en bosques diferentes, como los bosques del Tipo Siempreverde, revelan que los crecimientos de la regeneración establecida post cosecha son también superiores bajo el sistema de Protección en Fajas que bajo otros métodos silviculturales (Donoso, 1989).

Experiencias realizadas en bosques tropicales en Perú y Costa Rica muestran también que el método de las fajas proporciona buenas condiciones para la regeneración natural del bosque y presenta importantes ventajas ecológicas (Ocaña-Vidal, 1992; Dykstra y Heinrich, 1992).

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en los predios Pilmaiquén y Quilalelfu, propiedad de la empresa BOMASA S.A.

El fundo Pilmaiquén está ubicado en la Cordillera de los Andes, Provincia de Valdivia, en el área de Neltume (71° 50' LW y 40° 00' LS). La altitud del área fluctúa entre los 870 y 1050 msnm.

El fundo Quilalelfu se encuentra en el área de Coñaripe (71° 50' LW y 39° 34' LS) a una altitud de 1100 msnm.

La exposición para el área de Pilmaiquén es norte, con pendientes de 35 a 40%. En Quilalelfu la pendiente es inferior al 15%.

El clima de la zona es de montaña, caracterizado por elevadas precipitaciones. Aproximadamente 4400 mm anuales, con un mínimo de 180 mm en el mes de enero, 669 mm en el mes de junio y una importante cantidad en forma de nieve.

La temperatura media anual es de 11.3° C. En verano sube hasta 16° C, con extremas que superan los 30° C (Otero et al. 1995). En invierno el promedio baja a 6.5° C con extremas de -9° C.

Los suelos corresponden a trumaos desarrollados sobre arena y escoria volcánica de diversa granulometría. Su textura es franco arenosa, de alta permeabilidad, poseen un alto poder fijador de fosfatos y baja densidad aparente (Peralta y Oyanedel, 1980).

La vegetación del área corresponde al tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa de Altura, en el cual la tepa ha sido reemplazada por lenga. Se trata de un bosque en estado maduro, con grandes árboles y escasa regeneración. Estos bosques han sido floreados, particularmente el raulí.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño

El ensayo considera aproximadamente 1,1 hectáreas de plantaciones de raulí bajo el sistema de Protección en Fajas y 1 ha bajo Protección Uniforme.

En la Protección Uniforme se dividió la hectárea plantada en 25 parcelas de 20 m por 20 m, de estas se sortearon 9 las cuales se utilizaron en la caracterización (Figura N° 1).

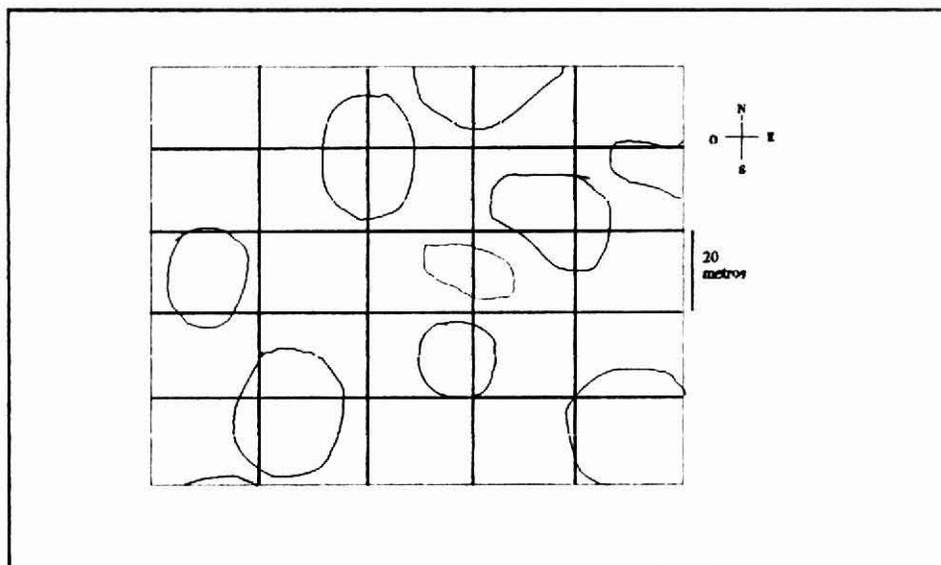


Figura N° 1. PROYECCIÓN HORIZONTAL MÉTODO PROTECCIÓN UNIFORME.

En cada faja se marcaron tres bloques o tratamientos, en su límite superior, al medio y en el límite inferior de cada faja. Cada bloque fue considerado como un tratamiento distinto debido al efecto de protección de las fajas y está compuesto de 3 parcelas escogidas al azar de entre 6, con un promedio de 25 plantas cada una, (Figuras N°2 y 3).

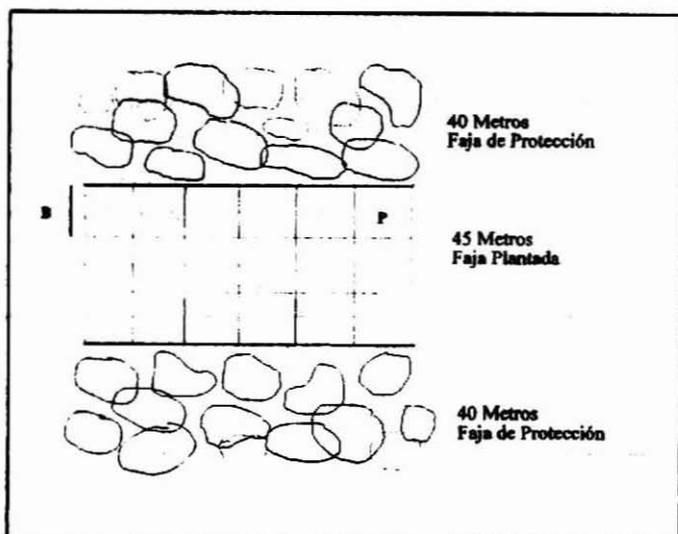


Figura Nº 2. PROYECCIÓN HORIZONTAL PROTECCIÓN EN FAJA (45 m).
B: BLOQUE, P: PARCELA.

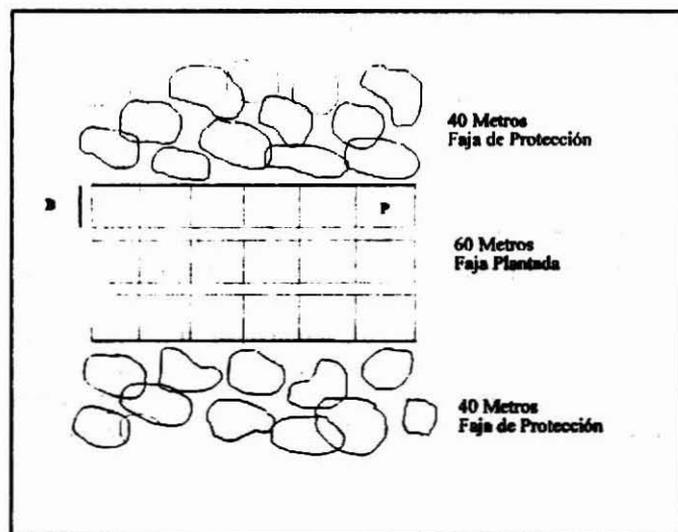


Figura Nº 3. PROYECCIÓN HORIZONTAL PROTECCIÓN FAJA (60m)
B: BLOQUE, P: PARCELA.

Cada planta fue individualizada con un anillo plástico y con una lámina de cobre para asegurar su identificación posterior.

El segundo tratamiento considerado es la fertilización con abono foliar (Bayfolan), con posterioridad a la plantación de 1992.

Las variables consideradas en el estudio son:

- Altura (H) y diámetro de cuello (DAC).
- Supervivencia.
- Vigor. Medido en 3 categorías: (1) vigorosas, (2) buen estado, (3) plantas debilitadas.
- Forma : (1) = una flecha; (2) = doble flecha (dos o más flechas).

Las plantaciones realizadas en la Faja de 60m y las bajo el sistema de Protección Uniforme no tienen medición inicial y su evaluación parte después del primer período de crecimiento.

Los resultados de incrementos en altura por tratamiento (fertilización y distanciamiento a la protección), fueron sometidos a pruebas de Análisis de Varianza y comparaciones múltiples de medias (Prueba de Scheffe).

Características de la Plantación

La plantación fue realizada a fines de invierno de 1993, con planta 1:0, con escasa selección en vivero. Un alto porcentaje de estas plantas venía desde el vivero con un problema de hongos (presentaban necrosis en el tallo). Por ello fue necesario replantar el año siguiente en un 20 % la faja de 45m y un 10% la faja de 60m. El análisis estadístico no considero ninguna de estas plantas.

La plantación se hizo a distancias de 3 por 3 metros, (1.111 plantas por hectárea).

Se utilizó gel (Alcosorf) para el transporte de las plantas con el fin de evitar la deshidratación.

Las plantas provienen de semilla colectada en el área de Neltume.

El ensayo de fertilización se hizo con abono foliar (Bayfolan) en dosis de 4cc por litro, además de un adherente. Se realizaron 2 aplicaciones una a principios de diciembre de 1993 y otra un mes más tarde, a principios de enero de 1994.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura y Diámetro de Cuello de las Plantas

Las alturas y diámetros de cuello de las plantas se pueden observar en el Cuadro N° 1. Las mayores alturas y diámetros corresponden a las plantas ubicadas en la faja de 45m de ancho. Estos crecimientos resultan especialmente significativos, ya que las plantas utilizadas venían infectadas con un hongo desde el vivero, además los resultados presentados en el cuadro corresponden al crecimiento obtenido en el borde superior de la faja, donde las condiciones son más rigurosa.

Las plantas establecidas bajo el sistema en fajas han debido competir por luz con otras pioneras, muy agresivas que son parte de la sucesión secundaria que se desarrolla en la faja. entre estas especies se puede mencionar a *Chusquea culeou*, *Cirsium vulgare*, *Budleja globosa*, *Muehlenbeckia hastulata*, etc.

Cuadro N°1
 ALTURA Y DIÁMETRO POR TEMPORADA

Método Silvícola	Variable	1ª temporada	2ª Temporada
Faja 45 m	H (cm)	33,1	83,3*
	DAC (mm)	6,8	12,3
Faja 60 m	H (cm)	30,5	65,6
	DAC (mm)	5,0	8,4
Protección Uniforme	H (cm)	36,9	65,8
	DAC (mm)	6,1	9,2

* = Considera parcelas con fertilización foliar durante el primer año.

Crecimientos

Los mayores crecimientos, tanto en altura como en diámetro, se presentaron en la faja de 45 m Cuadros N° 2 y 3. Estos crecimientos presentan diferencias significativas ($p = 0,05$).

Cuadro N° 2
 INCREMENTOS EN ALTURA EN LA SEGUNDA TEMPORADA DE CRECIMIENTO (cm)

Método Silvícola	N	Media	Mediana	CV
Faja 45 m	336	41,6	47,7	54,6
Faja 60 m	203	37,0	30,0	66,3
Protección Uniforme	306	34,1	31,5	60,0

Donde : N = Tamaño de la muestra.
 CV = Coeficiente de variación (%).

Estos crecimientos son superiores a los determinados por diversos autores, como González (1994), quien obtuvo incrementos de 21,2 cm anuales para plantas de 3 años y a los obtenidos por Grosse (1988), quien determinó crecimientos de 24 cm para plantas con un período vegetativo y fertilización.

Por otra parte, Cogollor y Vita (1979), en un análisis de los resultados obtenidos en el ex Complejo Panguipulli en plantaciones a campo abierto, obtuvieron crecimientos iniciales, para los 4 primeros años, entre 30 y 38 cm anuales.

De igual forma Vita (1974) obtuvo crecimientos para raulí, en Frutillar entre 25 y 30 cm anuales al cuarto año.

Otros ensayos sobre el ritmo de crecimiento de raulí y coihue, obtenidos por Smulders (1988), entregan crecimientos anuales promedios de 21 cm y máximos de 58 cm, para ensayos ubicados en la costa de Valdivia.

Por su parte Donoso (1978) señala que el crecimiento del raulí durante los primeros años de vida fluctúa entre 36 y 60 cm.

Crecimientos superiores a los mencionados anteriormente son entregados por Taján (1989), al segundo año en condiciones de vivero y para procedencias de más al norte. Los crecimientos obtenidos por este autor fluctúan entre 47 y 72 cm anuales promedio.

Cuadro Nº 3
 INCREMENTOS EN DIÁMETRO DE CUELLO DURANTE LA SEGUNDA TEMPORADA DE
 CRECIMIENTO (mm).

Método Silvicola	N	Media	Mediana	CV
Faja 45 m	217	5,8	5,5	50,0
Faja 60 m	198	3,7	3,0	70,3
Protección Uniforme	311	3,6	3,4	53,1

El coeficiente de variación, tanto para incrementos en altura y diámetro, es parecido, es decir ambos caracteres tienen aproximadamente igual variación. Esta variación podría considerarse alta e indicaría un crecimiento inicial tipo "serrucho" (plantación con distintas alturas y diámetros), lo que demuestra la necesidad de homogenizar los individuos seleccionados para ser llevados a la plantación.

Crecimientos de Acuerdo a Ubicación de las Plantas en las Fajas

De acuerdo a los tratamientos realizados en términos de la ubicación de las plantas dentro de las fajas, los mejores crecimientos en la de 45 m se obtienen en las plantas ubicadas en el borde inferior, en sus primeros 15 metros y los peores se obtienen en el

borde superior (Cuadro N°4). En este sector de la faja existe una mayor exposición al sol, menor humedad relativa del aire y menor temperatura del suelo (Otero et al,1995).

En la faja de 60 m los mejores crecimientos se dan al centro (49 cm), aunque se repiten los menores crecimientos en su parte superior (28 cm) (Cuadro N° 4).

Cuadro N°4
**CRECIMIENTOS DE LA PLANTACIÓN DE ACUERDO
 A LA UBICACIÓN DE PLANTAS EN LA FAJA (cm)**

Faja	Borde Inferior	Borde Intermedio	Borde Superior
45 m	62	52	46
60 m	37	49	28

F calculado significativo al 95% de confianza

Efectos de la Fertilización

La fertilización con abono foliar produjo efectos significativos en el crecimiento en altura aumentando la media en 16 cm, lo que equivale a un 39% de incremento en altura sobre el control. Las plantas fertilizadas crecieron 57,2 cm y las plantas sin abono 41,6 cm (Cuadro N° 5).

Cuadro N° 5
ESTADIGRAFOS DEL ENSAYO DE FERTILIZACIÓN (cm)

Tratamiento	Media	CV
C/F	57,2	49
S/F	41,6	49,7

Donde: C/F = Con fertilización
 S/F = Sin fertilización
 CV = Coeficiente de variación

F significativo al 99% de confianza.

Sobrevivencia

La sobrevivencia medida en la segunda temporada es un 82% en la faja de 60 m, de 89 % en la faja de 45 m y de un 81.6 % bajo el método de Protección Uniforme (Cuadro N° 6).

Los porcentajes obtenidos son superiores a los determinados por Grosse (1988), quién establece para el raulí un 50% de sobrevivencia en plantaciones sin cobertura vertical, aunque similares a los resultados obtenidos por el mismo autor (84% a 91 % de sobrevivencia) para el caso de protección uniforme.

González (1993), también determinó muy bajos índices de mortalidad para esta especie, del orden del 9% en diversos ensayos a campo abierto.

Debido a los problemas de infección con hongos, durante la primera temporada se secó el 36% de las plantas, de las cuales un 70% volvió a brotar al segundo año.

Vigor

La plantación, a pesar de los problemas iniciales, muestra al tercer año buenas condiciones en cuanto a vigor, siendo entre el 81% y 91% clasificadas como plantas vigorosas, (vigor 1).

A pesar de las rigurosas condiciones ambientales existentes entre los 800 y 1000 msnm, las plantas no muestran daños por heladas e insolación y en su gran mayoría están en buenas condiciones sanitarias como lo muestra el alto porcentaje de plantas clasificadas como vigorosas.

Forma

Un porcentaje relativamente bajo de plantas fue clasificada con doble flecha o flechas múltiples, entre 2,4 y 19%.

Cuadro N°6
 SOBREVIVENCIA, VIGOR Y FORMA EN LAS PLANTACIONES

Método Silvícola	Sobrevivencia (%)	Vigor (%) por Categoría			Forma (%) por Tipo	
		1	2	3	1	2
Protección Faja 60 m	82,2	84	14	2	97,6	2,4
Protección Faja 45 m	88,9	91	7	2	80,9	19,1
Protección Uniforme	81,6	81	8,6	10,3	83,8	16,2

Donde: Vigor 1 = Vigorosas.
 Vigor 2 = Buen estado.
 Vigor 3 = Plantas debilitadas.

Forma Tipo 1 = Una flecha.
 Forma Tipo 2 = Doble flecha.

CONCLUSIONES

Los crecimientos obtenidos bajo el método de Protección en Fajas o protección lateral permiten concluir que este sistema de corta ofrece muy buenas condiciones para el desarrollo inicial de plantaciones de raulí.

Pareciera ser que los crecimientos iniciales obtenidos bajo estas condiciones son mejores que los obtenidos en plantaciones bajo dosel con protección uniforme o a campo abierto, sin protección lateral.

El abono foliar aplicado a estas plantaciones tiene efectos significativos en el crecimiento en altura de las plantas.

Las mejores condiciones al interior de las fajas, con exposición norte, se encuentran en la zona inferior más protegida o en el centro de la faja. En las partes central y superior la protección lateral es menor y por lo tanto los crecimientos son inferiores.

La sobrevivencia en las plantaciones de raulí es alta, incluso cuando la planta sufre ataque de hongos, lo que indica el fuerte vigor de la especie.

El problema de la doble flecha o forma de las plantas es relativamente menor y además perfectamente corregible.

Los resultados confirman el valor e importancia de la especie en la reforestación del bosque nativo y su importante potencial productivo y por lo tanto económico, demostrado en las plantaciones juveniles existentes en el ex Complejo.

Las variables analizadas presentan una alta variación (CV), es decir un crecimiento heterogéneo, que podría ser normalizado con una buena selección de plantas en vivero.

Las plantaciones alcanzaron una altura promedio que les permitiría ser capaces de imponerse frente a la vegetación más competitiva.

Los resultados de sobrevivencia, comparados con la escasa regeneración natural que existe en este tipo de bosques, evidencian que la repoblación artificial es el sistema más eficiente en la renovación rápida de la masa boscosa.

RECONOCIMIENTOS

Se agradece a BOMASA S. A., empresa que se ha caracterizado por un espíritu de innovación y permanente interés por mejorar el manejo del bosque nativo, particularmente por el apoyo para la realización de las plantaciones y el financiamiento de este estudio. En especial al Sr. Roberto Pérez, encargado de silvicultura de la empresa.

Se agradece también al Sr. Tomás Monfil, silvicultor de amplia trayectoria en bosque nativo, por los consejos y apoyo prestado durante la plantación de las fajas.

Al Sr. Pablo Donoso, actualmente profesor de la Universidad Austral, quién participó en el establecimiento de las plantaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Contreras, A. Otero L. Barrales L. Ojeda I., 1995.** Estudio de Crecimiento de una Plantación de Raulí en el Sector de Panguipulli. Instituto Forestal. Valdivia. En Prensa.
- Cogollor G y Vita A., 1979.** Regeneración en Bosque Nativo de Raulí. Plantaciones y Ensayos de Regeneración. U. de Chile Fac. Cs. Forestales. Santiago.
- Danby, N., 1991.** *Nothofagus* in Wales. *Journal of Forestry* Vol LXXXV N 2.
- Donoso C., 1989.** Regeneración y Crecimiento del Tipo Forestal Siempreverde Costero y Andino Tras Distintos Tratamientos Silviculturales. *Rev. Bosque* Vol 10 N 1
- Donoso P. Monfil T. Otero, L. Barrales L., 1993.** Estudio de Crecimiento de Plantaciones y Renovales Manejados de Especies Nativas en el Área Andina de la Provincia de Cautín y Valdivia. Instituto Forestal Valdivia. Vol 7 N 2.
- Donoso C., 1978.** La Silvicultura de *Nothofagus* en Chile. Dep. Silvicultura U. de California. USA.
- González, M., 1993.** Estado de Efectos de Diferentes Regímenes de Acondicionamiento de Plantas de Raulí (*Nothofagus alpina*), 1 - 0 Raíz Desnuda. Tesis U. Austral
- Grosse H., 1988.** Crecimiento de Plantaciones de Raulí y Roble Bajo Dosel en Dependencia del Grado de Luminosidad y Fertilización. Instituto Forestal. *Rev. Ciencia e Investigación Forestal* Vol 2 N 5.
- Ocaña-Vidal, J., 1992.** Ordenación de Bosques Naturales Mediante Franjas Protectoras. *Unasylva* 169. Vol 43.
- Otero, L. Contreras A. Barrales, L., 1994.** Efectos Ambientales de las Cortas de Protección en Bosque Nativo. Seminario Medio Ambiente y Biodiversidad. Instituto Forestal. Santiago.
- Otero, L. Contreras, A. Barrales, L., 1994.** Efectos Ambientales de Diferentes Tipos de Corta en Bosque Nativo. El Caso de las Cortas de Protección en Fajas. *Ciencia e Investigación Forestal*. Vol 8 N°1. Instituto Forestal. Santiago.
- Smulders A., 1998.** Estudio del Ritmo de Crecimiento de *Nothofagus alpina*, *Nothofagus dombeyi* y *Persea lingue* Durante los primeros Años de Vida. Tesis Fac. Cs Forestales U. Austral.
- Taján P., 1989.** Crecimiento y Resistencia a la Sequía de Ocho Procedencias de Raulí Durante el Segundo Periodo Vegetativo en Valdivia. Tesis Fac. Cs. Forestales. U. Austral.
- Tuley, G., 1979.** *Nothofagus* in Britain. Forestry Commission. Forest Record. England
- Vita A., 1974** Algunos Antecedentes para la Silvicultura del Raulí. Fac. Cs. Forestales. Bol. Téc. N 18.

