
PRIMEROS RESULTADOS DE RALEOS EN BOSQUES DE *Nothofagus antarctica* PARA EL MANEJO SILVOPASTORIL EN TIERRA DEL FUEGO (ARGENTINA)

Ivancich, Horacio¹; Martínez Pastur, Guillermo¹; Peri, Pablo²
Soler Esteban, Rosina¹; Lencinas, María Vanessa¹

RESUMEN

En el sector argentino de Tierra del Fuego existen 202 mil ha de bosques de *Nothofagus antarctica* (ñire). Aproximadamente, el 70% de estos bosques es utilizado para la cría de ganado, con esporádicas extracciones de productos forestales (postes, varas, leña). Si bien la propuesta de manejo para estos bosques es el silvopastoril, al presente no se han establecido ensayos permanentes con intervenciones silvícolas sobre bosques de ñire en la provincia.

En el año 2009, se establecieron ensayos con dos intensidades de raleo (12 y 18 m².ha⁻¹ de área basal-AB en una superficie de 5 ha) en la Ea. Cabo San Pablo (54° 15' 45" LS, 66° 49' 44" LO), dejando un rodal testigo sin intervención. En cada tratamiento se establecieron parcelas permanentes (153 m², 314 m² y 452 m² para testigo, menor y mayor intensidad de raleo, respectivamente) con 5 repeticiones en cada uno. Las intervenciones se realizaron antes del comienzo de la temporada de crecimiento, realizándose mediciones del diámetro cuadrático medio a 1,3 m (DCM): (i) previo a las intervenciones, (ii) después de las intervenciones y antes del inicio de la temporada de crecimiento, y (iii) después de la primera temporada de crecimiento. Asimismo, durante las intervenciones se realizó la medición del volumen total con corteza de 48 individuos, ajustando una ecuación local mediante técnicas de regresión no-lineal.

En el raleo de menor intensidad (18 m².ha⁻¹ AB) se cosechó (promedio ± desviación estándar) el 53,2% (±15,9) del AB disminuyendo la densidad de 2.793 ind.ha⁻¹ (±448) con 13,4 cm (±1) DCM a 681 ind.ha⁻¹ (±48,3) con 18,3 cm (±1,7) DCM. En el raleo de mayor intensidad (12 m².ha⁻¹ AB) se cosechó el 65,0% (±9,1) del AB disminuyendo la densidad de 2183 ind.ha⁻¹ (±834) con 14,3 cm (±1,9) DCM a 345 ind.ha⁻¹ (±63,7) con 21,2 cm (±1,3) DCM. El incremento diamétrico luego de una temporada de crecimiento fue de 0,21 cm.año⁻¹ (±0,05) y 0,23 cm año⁻¹ (±0,02) para la menor y mayor intensidad de raleo respectivamente, contrastando contra 0,13 cm.año⁻¹ (±0,02) del rodal testigo. El incremento volumétrico fue de 2,64 m³.ha⁻¹.año⁻¹ (±0,88) y 1,78 m³.ha⁻¹.año⁻¹ (±0,23) para la menor y mayor intensidad de raleo respectivamente, en comparación de los 4,23 m³.ha⁻¹.año⁻¹ (±1,01) del rodal testigo.

Los resultados están en relación directa con la intensidad de las intervenciones, observándose una mejora en las características dasométricas de los rodales intervenidos,

1 Centro Austral de Investigaciones Científicas (CONICET). Bernardo Houssay 200 (9410) Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina. horacioivancich@cadic-conicet.gob.ar
2 INTA EEA Santa Cruz-UNPA-CONICET, Argentina

y una disminución del 37% y del 58% para menor y mayor intensidad de raleo, respectivamente, de la productividad potencial de los rodales medida en los testigos sin intervención. La mayor utilidad de las parcelas permanentes a largo plazo reside en la posibilidad de obtener resultados que sirvan como información de base relevante para la planificación e implementación de sistemas silvopastoriles en Tierra del Fuego.

Palabras clave: Raleos, *Nothofagus antártica*, ñire, sistemas silvopastorales,

SUMMARY

In Tierra del Fuego (Argentine) there are 202 thousand hectares of *Nothofagus antarctica* (Ñire) forests. Approximately, 70% of these forests are used for production of cattle, with sporadic extractions of forest products (pole, rod, firewood). Although the proposal of management for ñire forests is silvopastoral, at the present permanent plots with silvicultural interventions on Ñire forests have not been established in the province.

In 2009, trials were established with two thinning intensities (12 and 18 m².ha⁻¹ of basal area-BA in an area of 5 ha) in Cape San Pablo Ranch (54° 15' 45" LS, 66° 49' 44" LW), leaving a stand without intervention as a control treatment. In each treatment permanent plots were established (153 m², 314 m² and 452 m² for control, low and high thinning intensity, respectively) with 5 repetitions each one. The quadratic mean diameter to 1.3 m (QMD) was measured before and after the interventions, and after the first growing season. Also, total over bark volume of 48 individual trees were measured to fit a local equation using non-linear regression technique.

In the low intensity thinning treatment (18 m².ha⁻¹ BA), 53.2% (±15.9) of BA was harvested, decreasing stand density from 2,793 trees.ha⁻¹ (±448) with 13,4 cm (±1) QMD to 681 trees.ha⁻¹ (±48.3) with 18.3 cm (±1.7) QMD. In the high intensity thinning (12 m².ha⁻¹ BA) 65.0% (±9.1) of original BA was removed, decreasing stand density from 2,183 trees.ha⁻¹ (±834) with 14.3 cm (±1.9) QMD to 345 trees.ha⁻¹ (±63.7) with 21.2 cm (±1.3) QMD. Diametric increment after one growing season was 0.21 cm year⁻¹ (±0.05) and 0.23 cm year⁻¹ (±0.02) for low and high thinning intensity respectively, which contrast with 0.13 cm year⁻¹ (±0.02) in the control. The volumetric increase was 2.64 m³ ha⁻¹ year⁻¹ (±0.88) and 1.78 m³ ha⁻¹ year⁻¹ (±0.23) for low and high thinning intensity respectively, in comparison with 4.23 m³ ha⁻¹ year⁻¹ (±1.01) in the control.

Direct relationship was observed between results and thinning intensity, with an improvement of dasometric characteristics of thinned stands, and a decrease of 37% and 58% for low and high thinning intensity, respectively, in regards to the potential productivity of stands measured in the control one. Permanent long-term plots provide base information for the planning and implementation of silvopastoral systems in Tierra del Fuego.

Key words: Thinning, *Nothofagus antártica*, Ñire, silvopastoral systems

INTRODUCCIÓN

Históricamente, la actividad forestal en Tierra del Fuego se concentró sobre los bosques de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl) (lenga) y esporádicamente sobre *N. betuloides* (Mirb.) Oersted (guindo, coihue de Magallanes), para los cuales actualmente se analiza la factibilidad de ser incorporados al manejo silvícola intensivo (Cruz y Caldentey, 2007). Los bosques de *N. antarctica* (Forster f.) Oersted (ñire) fueron relegados del uso forestal por ser considerados como de escasa productividad industrial, pese a que en los rodales de mejor calidad de sitio los árboles pueden alcanzar 100 cm de diámetro y 17 m de altura total (Lencinas *et al.*, 2002). En el sector argentino de Tierra del Fuego existen 202 mil ha de bosques de ñire (SAyDS, 2005). En la actualidad, aproximadamente el 70% de éstos bosques presenta un uso silvopastoril (Peri, 2005; Peri *et al.*, 2006), siendo su madera mayormente utilizada para la obtención de postes, varas y leña. Sin embargo, esta especie presenta un enorme potencial para la industria del aserrado (Martínez Pastur *et al.*, 2008).

La propuesta de manejo para estos bosques consiste en la implementación de raleos por lo bajo que disminuyen la cobertura arbórea con el fin de aumentar la producción de forraje, el cual es aprovechado para el pastoreo del ganado (ovino y vacuno) (Peri, 2006). Los volúmenes de madera extraídos podrían fluctuar entre 64 y 186 m³.ha⁻¹ según la calidad de sitio para bosques raleados hasta una cobertura del dosel remanente del 30% (Peri *et al.*, 2005). Asimismo, estos raleos podrían constituirse en intervenciones sinérgicas, por implicar una mejora en el crecimiento de los remanentes y su regeneración, en la producción de forraje, y en el uso por parte de los animales de la cubierta forestal como protección en invierno (Peri, 2004).

Existen algunos antecedentes en Tierra del Fuego sobre el efecto de los raleos en el crecimiento para bosques de *N. pumilio* (lenga) y *N. betuloides* (guindo) (Martínez Pastur *et al.*, 2001; 2002; 2006). Por otro lado, se han publicado resultados de ensayos sobre bosques de ñire en las provincias de Chubut y Santa Cruz (Peri, 2006; Sarasola *et al.*, 2008) donde se registraron incrementos en el crecimiento de hasta 200% luego de producido el raleo. Esto confirma que la especie *N. antarctica* responde positivamente a estas intervenciones, aumentando considerablemente su crecimiento individual al reducirse la competencia por la eliminación de árboles vecinos. Sin embargo, en la provincia de Tierra del Fuego, no se han establecido ensayos permanentes de raleo en bosques de ñire que permitan evaluar su respuesta en estas latitudes.

Conocer el efecto sobre el crecimiento de los ñirantales que se produce al aplicar raleos de distintas intensidades es primordial para lograr una correcta planificación del manejo silvopastoril en Tierra del Fuego. Es por ello que el objetivo de este trabajo es presentar los primeros resultados de un ensayo de raleo realizado en un bosque de *N. antarctica* de Tierra del Fuego, en el cual se practicaron dos intensidades distintas de raleo.

MATERIAL Y MÉTODO

En invierno del año 2009, se estableció un ensayo silvopastoril en la Ea. Cabo San Pablo (54°15'46"LS 66°59'41"LO) en el cual se practicaron dos intensidades de raleo: Uno de mayor intensidad (raleo fuerte-RF) dejando un área basal (AB) remanente de 12 m².ha⁻¹, y uno de menor intensidad (raleo suave-RS) donde el AB remanente fue de 18 m².ha⁻¹. El ensayo abarcó una superficie total de 5 ha (2 ha para cada intensidad de raleo y 1 ha que se dejó como testigo-T).

Antes del raleo se establecieron 5 parcelas permanentes por cada tratamiento (N=15) donde se midió la estructura forestal original. Las parcelas fueron de forma circular de 7 m de radio (153 m²) para todos los tratamientos. Para determinar la estructura post-raleo se usó un radio de parcelas de 10 m (314 m²) para RS y 12 m (452 m²) para RF.

En cada parcela se determinó para cada árbol el diámetro a 1,30 m de altura (DAP) mediante una cinta diamétrica y la altura total (Ht) mediante un hipsómetro láser (TruPulse 200 de Laser Technology).

También se determinó la clase social a través de la posición relativa y tamaño de la copa de cada individuo en el estrato vertical, clasificándolos en dominantes, codominantes, intermedios y suprimidos.

La altura del DAP, fue señalizada mediante un clavo de acero en aquellos individuos que no fueron raleados, con el fin de repetir anualmente las mediciones del diámetro sobre la misma zona del fuste.

También se determinó el grado de sanidad externa de los individuos clasificándolos en mala, regular y buena según si estos poseían defectos en el fuste generalizados, localizados o ausentes, respectivamente.

Una vez realizado el raleo, se obtuvieron 5 rodajas por parcela de árboles dominantes para la determinación de la edad al DAP. También se seleccionaron árboles de todas las clases sociales, a los cuales se les determinó volumen total con corteza (VTCC) hasta 5 cm en punta fina utilizando la fórmula de Smalian (Clutter *et al.*, 1983).

A partir de los datos de VTCC se ajustó una ecuación local de volumen mediante técnicas de regresión no-lineal. El modelo obtenido fue evaluado mediante el coeficiente de determinación (R²), el desvío estándar de los residuales, el error medio de la estimación y el error absoluto promedio.

A partir de los datos obtenidos en el campo, se calculó el diámetro cuadrático medio (DCM), la densidad (N), la cobertura de copas (CC) a partir del AB según la ecuación desarrollada por Peri (2009) y el índice de densidad relativa (IDR) (Reineke, 1933) según una ecuación ajustada para la especie (Ivancich *et al.*, 2009).

A partir de la ecuación local de volumen, se calculó el VTCC por hectárea existente en cada parcela. También se calculó la altura dominante y el índice de sitio con edad base

50 años (IS_{50}) que permitió determinar la clase de sitio de cada parcela (Ivancich *et al.*, 2010a).

No fue posible determinar la edad y el IS_{50} en las parcelas testigo, debido a que en ese tratamiento no se aparearon individuos para la obtención de rodajas y su posterior medición de anillos.

Pasada una temporada de crecimiento, se volvió a medir el DAP usando la misma cinta diamétrica que se usó en la primera etapa de mediciones en cada uno de los árboles de cada parcela. Estos datos permitieron obtener los primeros valores de crecimiento en diámetro, área basal y volumen por hectárea.

Con los datos obtenidos se realizaron análisis de la varianza (ANOVA) y test de comparación de medias (Tukey) con una significancia del 5% utilizando el software Statgraphics 5.1.

RESULTADOS

Se obtuvieron de las cubicaciones 48 datos de VTCC. La mayoría de los árboles cubicados presentó un DAP menor a 17 cm, siendo el mayor de 29,1 cm. Los VTCC variaron entre un máximo de 0,48 m³ y un mínimo de 0,004 m³.

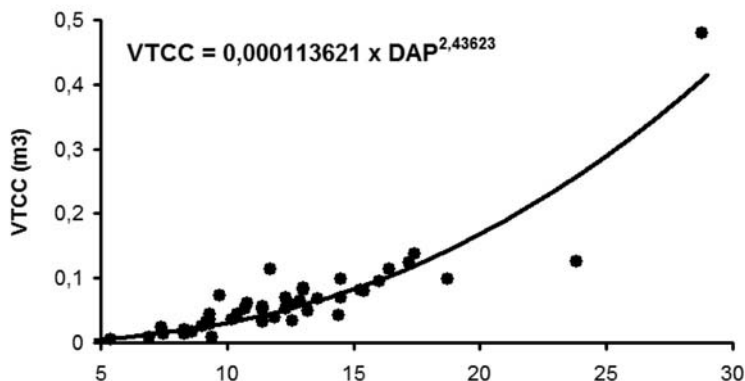
El 23% de los árboles cubicados perteneció a la clase social dominante, el 33% a la codominante, el 31% a la intermedia y el 13% fueron suprimidos.

La ecuación de volumen generada (Figura N°1) explicó un 83,8% de la variación de los datos, presentando un desvío estándar de los residuales de 0,028 m³, un error medio de la estimación de -0,0027 m³ y un error absoluto promedio de 0,0164 m³.

La estructura original presentó características similares a las de un bosque secundario, con una edad promedio de 48 años al DAP.

El estado sanitario de los árboles fue mayormente regular o bueno, presentando el 28,2% del AB una sanidad buena, el 51,1% del AB una sanidad regular mientras que el 18,7% presentó una sanidad mala.

En el RS el 82,4% del AB correspondió a árboles de las clases sociales dominantes y codominantes, mientras que en el RF y T los árboles dominantes y codominantes representaron el 71,3% y el 74,3% del AB.



VTCC: Volumen Total con Corteza
DAP: Diámetro a 1,30 m de Altura

Figura N° 1
MODELO Y ECUACIÓN LOCAL DE VOLUMEN Y DISPERSIÓN DE DATOS

La estructura forestal original fue similar entre tratamientos (Cuadro N° 1). Variando la N entre 2.183 y 2.845 ind.ha⁻¹, el DCM entre 14,3 y 12,4 cm, el AB promedio entre 34,0 y 38,7 m²ha⁻¹, el VTCC entre 163,0 y 190,2 m³ ha⁻¹ y CC varió entre 58,6% y 63,4%, mientras que el IDR lo hizo entre el 48,3% y el 55,1% (Figura N° 2).

Las únicas variables que presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$) fueron Hd y IS₅₀ que presentaron en RF valores superiores a los de los otros tratamientos. A pesar de las diferencias significativas encontradas para la variable IS₅₀, todas las parcelas pertenecieron a la clase de sitio I según la clasificación propuesta por Ivancich *et al.* (2010a).

Cuadro N° 1
ESTRUCTURA FORESTAL ANTERIOR A LAS INTERVENCIONES SILVÍCOLAS
(VALORES PROMEDIOS Y DESVÍOS ESTÁNDARES ENTRE PARÉNTESIS)

Tratamiento	N	DCM	AB	VTCC	CC	IDR	Hd	Edad	IS ₅₀
	(ind.ha ⁻¹)	(cm)	(m ² ha ⁻¹)	(m ³ ha ⁻¹)	(%)	(%)	(m)	(años)	
RS	2793^a	13,4^a	38,7^a	190,5^a	63,4^a	55,1^a	9,9^a	49^a	10,2^a
	(± 448)	(± 1,0)	(± 4,4)	(± 21,3)	(± 4,3)	(± 6,0)	(± 0,9)	(± 3,1)	(± 0,5)
RF	2183^a	14,3^a	34,3^a	171,6^a	57,9^a	48,7^a	11,6^b	47^a	12,3^b
	(± 834)	(± 1,9)	(± 10,5)	(± 51,6)	(± 12,3)	(± 14,8)	(± 1,0)	(± 0,2)	(± 0,3)
T	2845^a	12,4^a	34,0^a	163,0^a	58,6^a	48,3^a	8,7^a	---	---
	(± 496)	(± 1,1)	(± 5,5)	(± 38,5)	(± 5,9)	(± 7,8)	(± 0,6)		
F	1,78	2,39	0,65	0,65	1,42	1,51	14,82	0,32	15,90
P valor	0,21	0,13	0,54	0,54	0,28	0,26	0,01	0,59	<0,00

N = densidad

DCM = diámetro cuadrático medio

AB = área basal

VTCC = volumen total con corteza

CC = cobertura de copas

IDR = índice de densidad relativa

Hd = altura dominante

IS₅₀ = índice de sitio con edad base 50

RS = raleo suave

RF = raleo fuerte

T = testigo. F = test de Fisher

P valor = nivel de probabilidad

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Luego de las intervenciones la estructura forestal se modificó de acuerdo a las intensidades de raleo realizadas (Cuadro N° 2).

En RS se removieron en promedio unos 2.112 individuos por hectárea, que representaron el 53,2% del AB original. Mientras que en el RF se cosecharon 1.838 árboles por hectárea removiendo el 65,0% del AB. Las variables N, AB, VTCC, CC e IDR fueron significativamente superiores en RS.

En ambos tratamientos, DCM presentó un valor superior al de la estructura original, debido a que los raleos fueron por lo bajo, cosechándose principalmente individuos de la clase intermedia y suprimidos.

El AB de las clases sociales superiores (dominantes y codominantes) representó el 94,3% y 92,2% del AB total para el RS y RF, respectivamente. En RS, el DCM aumentó de 13,4 a 18,3 cm luego del raleo, mientras que en RF aumentó de 14,3 a 21,2 cm, siendo luego de la intervención, el DCM de RF significativamente superior al de RS. El VTCC disminuyó un 47% en RS y un 60% en RF respecto de la estructura original, mientras que la CC se redujo en 40 y 53% para RS y RF, respectivamente.

Por otro lado, el IDR disminuyó un 50% en RS y un 65% en RF respecto de la estructura original (Figura N° 2).

Cuadro N° 2
ESTRUCTURA FORESTAL LUEGO DE LAS INTERVENCIONES SILVÍCOLAS
(VALORES PROMEDIOS Y DESVÍOS ESTÁNDARES ENTRE PARÉNTESIS)

Tratamiento	N	DCM	AB	VTCC	CC	IDR	ABrem
	(Ind. ha-1)	(cm)	(m2 ha-1)	(m3 ha-1)	(%)	(%)	(%)
RS	681 b (± 48,3)	18,3 a (± 1,7)	18,1 b (± 4,0)	100,7 b (± 29,8)	38 b (± 6,6)	25,7 b (± 5,7)	48,4 a (± 15,9)
RF	345 a (± 63,7)	21,2 b (± 1,3)	12,0 a (± 1,5)	67,9 a (± 8,8)	27 a (± 2,9)	17,1 a (± 2,1)	39,8 a (± 9,1)
F	88,58	9,00	10,27	5,58	10,88	10,27	1,09
P valor	<0,01	0,02	0,01	0,046	0,01	0,01	0,33

N = densidad

DCM = diámetro cuadrático medio

AB = área basal

VTCC = volumen total con corteza

CC = cobertura de copas

IDR = índice de densidad relativa

Hd = altura dominante

IS₅₀ = índice de sitio con edad base 50

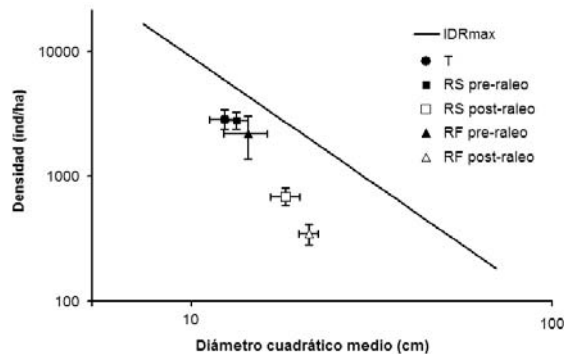
RS = raleo suave

RF = raleo fuerte

F = test de Fisher

P valor = nivel de probabilidad.

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos según la prueba de Tukey (p <0,05).



IDRmax = recta de máxima densidad relativa según Ivancich et al. (2009)

T = testigo

RS pre-raleo = raleo suave antes de la intervención

RS post-raleo = raleo suave después de la intervención

RF pre-raleo = raleo fuerte antes de la intervención

RF post-raleo = raleo fuerte luego de la intervención.

Las barras representan la desviación estándar.

Figura N° 2

RELACIÓN TAMAÑO DENSIDAD DE LOS TRATAMIENTOS ANTES Y DESPUÉS DEL RALEO

Luego de la primera temporada de crecimiento, el DCM aumentó entre 0,13 y 0,23 cm. En ninguna parcela se registraron árboles muertos o volteados, conservando todos los tratamientos la misma N que la registrada inmediatamente después de aplicados los raleos.

En las parcelas raleadas se observaron incrementos en DCM (IncDCM) estadísticamente superiores al de las parcelas testigo (Cuadro N° 3). Sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre las dos intensidades de raleo. A pesar de ello el IncDCM, fue mayor en RF que en RS.

El incremento del AB por hectárea (IncAB) y el incremento del VTCC por hectárea (IncVTCC) fue en ambos casos significativamente superior en el testigo sin observarse diferencias significativas entre las distintas intensidades de raleo. Sin embargo, RS presentó valores mas elevados de IncAB y de IncVTCC que RF.

Cuadro N° 3
ESTRUCTURA FORESTAL UNA TEMPORADA DE CRECIMIENTO DESPUES DE LAS
INTERVENCIONES SILVICOLAS E INCREMENTOS ANUALES (VALORES PROMEDIOS Y
DESVÍOS ESTÁNDARES ENTRE PARÉNTESIS)

Tratamiento	N	DCM	AB	VTCC	IDR	IncDCM	IncAB	IncVTCC
	(Ind.ha ⁻¹)	(cm)	(m ² ha ⁻¹)	(m ³ ha ⁻¹)	(%)	(cm año ⁻¹)	(m ² ha ⁻¹ año ⁻¹)	(m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)
RS	681 ^a	18,5 ^b	18,5 ^a	103,4 ^a	26,3 ^a	0,21 ^b	0,41 ^a	2,64 ^a
	(± 48,3)	(± 1,7)	(± 4,1)	(± 30,1)	(± 5,8)	(± 0,05)	(± 0,13)	(± 0,88)
RF	345 ^a	21,4 ^c	12,3 ^a	69,7 ^a	17,4 ^a	0,23 ^b	0,27 ^a	1,78 ^a
	(± 63,7)	(± 1,3)	(± 1,5)	(± 8,8)	(± 2,1)	(± 0,02)	(± 0,04)	(± 0,23)
T	2845 ^b	12,5 ^a	34,7 ^b	167,2 ^b	49,3 ^b	0,13 ^a	0,75 ^b	4,23 ^b
	(± 495,6)	(± 1,1)	(± 5,6)	(± 39,1)	(± 7,9)	(± 0,02)	(± 0,18)	(± 1,01)
F	109,62	52,84	40,59	14,64	41,51	10,86	17,84	12,53
P valor	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

N = densidad

DCM = diámetro cuadrático medio

AB = área basal

VTTC = volumen total con corteza

CC = cobertura de copas

IDR = índice de densidad relativa

IncDCM = incremento anual del diámetro cuadrático medio

IncAB = incremento anual del área basal

IncVTCC = incremento anual del volumen total con corteza

RS = raleo suave

RF = raleo fuerte

T = testigo

F = test de Fisher

P valor = nivel de probabilidad.

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos según la prueba de Tukey (p <0,05).

DISCUSIÓN

La ecuación local de volumen presentó estadísticos comparables a los de otras ecuaciones locales publicadas para la especie. El Coeficiente de determinación (R^2) fue levemente inferior a los calculados por Fernández *et al.* (1995), Reque *et al.* (2007), Gyenge *et al.* (2009) (entre 92,0 y 99,2) y estuvo en el rango de los calculados por Lencinas *et al.* (2002) (entre 73,2 y 92,2).

Por otro lado el desvío estándar de los residuales estuvo en el rango de los valores encontrados por otros autores, entre 0,023 y 0,147 m³ (Fernández *et al.*, 1995) y entre 0,0154 y 0,137 m³ (Lencinas *et al.*, 2002). Por lo tanto, las ecuaciones ajustadas en el presente trabajo pueden ser utilizadas para estimar el crecimiento volumétrico de los rodales de ñire en el rango diamétrico evaluado.

La estructura original medida corresponde a un bosque subestoqueado donde el índice de densidad de rodal para los tres tratamientos, se ubica cercano al 50 % y la

cobertura de copas se encuentra muy por debajo de las registradas para bosques de ñire cerrados. Soler Esteban *et al.* (2010) registraron una CC del 85% para bosques secundarios en el centro de Tierra del Fuego. Por otro lado, en bosques primarios de ñire sin manejo de la provincia de Santa Cruz con DCM entre 20 y 27 cm se han registrado CC de entre 90 y 98% (Peri *et al.*, 2005). Esta menor cobertura del dosel medida en el presente ensayo puede estar relacionada a una presión ejercida por el ganado doméstico, ya que históricamente, la principal actividad productiva del establecimiento donde se realizó el ensayo ha sido la ganadería ovina y vacuna.

Las intensidades de raleo ensayadas fueron cercanas a las que se recomienda aplicar en sistemas silvopastoriles dentro de bosques de ñire en Patagonia Sur. Según Peri *et al.* (2009), en sitios con un régimen de precipitación favorable o ñirantales con alturas dominantes superior a los 8 m, se recomienda una intensidad máxima de raleo que deje una CC remanente de 30-40%. De esta manera, además del efecto positivo sobre el crecimiento de los árboles, se produce un aumento en la producción de pasturas (1400 ± 250 kg MS ha⁻¹ año⁻¹) si se parte de un bosque cerrado con una cobertura de copas cercana al 90% (Peri *et al.*, 2009).

El RF de este ensayo fue levemente más intenso (27% de CC remanente) que lo recomendado. Sin embargo, teniendo en cuenta que la altura dominante de los rodales intervenidos es superior a los 8 m, lo que sugiere regímenes de precipitación favorables, una intervención de estas características podría ser apropiada en rodales de este tipo.

La estructura forestal un año después de realizado el raleo demuestra una respuesta positiva de los bosques de ñire de Tierra del Fuego ante este tipo de intervenciones silvícolas. En Chubut también se observó una buena respuesta en el crecimiento de ñirantales raleados (Sarasola *et al.*, 2008). En esos ensayos se aumentó el crecimiento diamétrico hasta un 200%. En el presente ensayo, los incrementos en diámetro fueron menores a los registrados por Sarasola *et al.* (2008), siendo 62% en RS y 77% en RF.

Esta menor respuesta podría estar relacionada a la baja densidad relativa registrada en las parcelas sin intervenir, lo que permite una mayor permeabilidad a la luz y un elevado crecimiento en diámetro aún en el tratamiento testigo. Si bien no se observaron diferencias significativas de crecimiento diamétrico entre las dos intensidades de raleo, la tendencia hacia un mayor crecimiento en RF podría relacionarse a la mayor apertura del dosel generada en ese tratamiento, lo que permitiría un mayor aprovechamiento de la luz por los árboles remanentes. Las diferencias de IncAB e IncVTCC entre el RS y RF también están relacionadas con la mayor densidad de árboles presentes en el RS. Por otro lado, los mayores incrementos en AB y VTCC registrados en el testigo se explicarían por la mayor densidad de individuos en ese tratamiento.

Los resultados obtenidos están en relación directa con la intensidad de las intervenciones realizadas, observándose una mejora en las características dasométricas de los rodales intervenidos, y una disminución del 37% en RS y del 58% en RF de la productividad potencial de los rodales medida en el testigo.

Los incrementos en VTCC registrados fueron concordantes con los estimados a

partir del modelo ajustado por Ivancich *et al.* (2010b) que predice el incremento anual del VTCC por hectárea de un rodal a partir de su clase de sitio, edad y AB. Los IncVTCC estimados a partir del modelo citado para los tratamientos RS, RF y T fueron de 2,63, 1,74 y 4,23 m³ ha⁻¹ año⁻¹, cuyos valores son muy cercanos a los medidos en el presente ensayo.

CONCLUSIONES

Las intervenciones silvícolas tempranas en rodales de *Nothofagus* resultan útiles herramientas para redirigir el crecimiento hacia individuos selectos, evitando la mortalidad natural del rodal.

Los resultados obtenidos hasta el momento fueron consistentes con los publicados en otros trabajos, evidenciando la capacidad de respuesta de la especie *N. antarctica* que aumenta el crecimiento individual debido a la eliminación de árboles competidores. Este estudio demuestra la potencialidad de estos bosques de ser manejados mediante intervenciones silvícolas intensivas.

La mayor utilidad de las parcelas permanentes a largo plazo reside en la posibilidad de obtener resultados que sirvan como información de base relevante para la planificación e implementación de sistemas silvopastoriles en Tierra del Fuego. Los resultados aquí presentados, son los provenientes de la primera y segunda temporada de mediciones de un ensayo permanente. Por lo que la información más valiosa de este ensayo será la obtenida en los años subsiguientes.

RECONOCIMIENTO

Se agradece la colaboración del establecimiento rural Ea. Cabo San Pablo, así como la ayuda en los trabajos de campo de docentes y alumnos de la carrera de Técnico Superior Forestal del CENT35, Río Grande, Tierra del Fuego.

REFERENCIAS

Clutter, J., Fortson, J., Pienar, L., Brister, L. and Bailey, R., 1983. Timber management: a quantitative approach. John Wiley & Son. 333 pp.

Cruz, G. y Caldentey, J., 2007. Caracterización, silvicultura y uso de los bosques de coihue de magallanes (*Nothofagus betuloides*) en la XII Región de Chile. Universidad de Chile, Santiago (Chile). 126 pp.

Fernández, M. C., Martínez Pastur, G. J., Boyeras, F., Alloggia, M., y Vukasovic, R., 1995. Estimación de la producción para ñire en Tierra del Fuego: 1. Análisis de forma y ecuaciones locales de volumen para diferentes condiciones de sitio. IV Jornadas Forestales Andino Patagónicas, San Martín de los Andes, Neuquén, Argentina. Libro de Actas. p. 137-144.

Gyenge, J., Fernández, M., Sarasola, M., de Urquiza, M., y Schlichter, T., 2009. Ecuaciones para la estimación de biomasa aérea y volumen de fuste de algunas especies leñosas nativas en el valle del río Foyel, NO de la Patagonia Argentina. *Bosque* 30(2): 95-101.

Ivancich, H. S., Soler-Esteban, R., Martínez Pastur, G., Peri, P. L., y Bahamonde. H., 2009. Evaluación de pastizales en bosques de *Nothofagus antarctica* – Método Ñirantal Sur. Actas Primer Congreso Nacional Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, Argentina. 245-250 pp.

Ivancich, H. S., Martínez Pastur, G. J., y Peri, P. L., 2010a. Modelos forzados y no forzados para el cálculo del índice de sitio. *Revista BOSQUE*. Enviado 04/05/10.

Ivancich, H. S., Martínez Pastur, G. J., Cellini, J. M., Lencinas, M. V., and Peri, P., 2010b. Stand growth model for *Nothofagus antarctica* primary forests. VI Southern Connection Congreso. Bariloche, Río Negro, Argentina.

Lencinas, M. V., Martínez Pastur, G. J., Cellini, J. M., Vukasovic, R., Peri, P. L., Fernández, M. C., 2002. Incorporación de la altura dominante y la clase de sitio en ecuaciones estándar de volumen para *Nothofagus antarctica* (Forster f.) Oersted. *Bosque* 23(2): 5-17.

Martínez Pastur, G. J., Cellini, J. M., Lencinas, M. V., Vukasovic, R., Vicente, R., Bertolami, F., y Giunchi, J., 2001. Modificación del crecimiento y la calidad de fustes en un raleo fuerte de un rodal en fase de crecimiento óptimo inicial de *Nothofagus pumilio*. *Ecología Austral* 11: 95-104.

Martínez Pastur, G. J., Cellini, J. M., Lencinas, M. V., Vukasovic, R., Peri, P.L., and Donoso, S., 2002. Response of *Nothofagus betuloides* (Mirb.) Oersted to different thinning intensities in Tierra del Fuego (Argentina). *Interciencia*. 27: 679-685.

Martínez Pastur, G. J., Lencinas, M. V., Cellini, J. M. and Mundo, I., 2006. Diameter growth: can live trees decrease? *Forestry* 80(1): 83-88.

Martínez Pastur, G. J., Cellini, J. M., Lencinas, M. V., y Peri, P. L., 2008. Potencialidad de la cosecha y rendimiento industrial de bosques de *Nothofagus antarctica* en Tierra del Fuego (Argentina). 4º congreso Chileno de Ciencias Forestales Talca (Chile), 10 pp.

Peri, P. L. 2004. Propuesta de un modelo de producción para Patagonia. PIARFON. Dirección de bosques. Secretaria de ambientes y desarrollo sustentable de la nación. Proyecto BIRF 4085-AR (PNUD – Banco Mundial), pp 2-8.

Peri, P. L., 2005. Sistemas Silvopastoriles en Ñirantales. *IDIA XXI Forestal* 5(8), 255-259.

Peri, P. L., Sturzenbaum, M. V., Monelos, L., Livraghi, E., Christiansen, R., Moreto, A., y Mayo, J.P., 2005. Productividad de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de

ñire (*Nothofagus antarctica*) de Patagonia Austral. Actas III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Comisión Silvicultura Bosque Nativo. Corrientes, Argentina, 10 pp.

Peri, P. L., 2006. Sistemas silvopastoriles en bosques nativos de ñire de Patagonia Sur. SAGPyA Forestal 38.

Peri, P. L., Monelos, L. H., y Bahamonde, H. A., 2006. Evaluación de la continuidad del estrato arbóreo en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* bajo uso silvopastoril con ganado ovino en Patagonia Sur, Argentina. Congreso Latinoamericano Agroforestería. Habana, Cuba, 6 pp.

Peri, P.L., Hansen, N., Rusch, V., Tejera, L., Monelos, L. H., Fertig, M., Bahamonde, H. A., y Sarasola, M., 2009. Pautas de manejo de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* (ñire) en Patagonia. Actas Primer Congreso Nacional Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, Argentina. 151-155 pp.

Peri, P. L., 2009. Evaluación de pastizales en bosques de *Nothofagus antarctica* – Método Ñirantal Sur. Actas Primer Congreso Nacional Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, Argentina. 335-342 pp.

Reque, J., Sarasola, M., Gyenge, J., y Fernández, M., 2007. Caracterización silvícola de los ñirantales del norte de la Patagonia para la gestión forestal sostenible. Bosque 28(1): 33-45.

Reineke, L., 1933. Perfecting a stand-density index for even-aged forests. Journal of Agricultural Research 16(7): 627-638.

Sarasola, M., Fernández, M. A., Gyenge, J., y Peyrou, C., 2008. Respuesta de los ñires al raleo en la cuenca del Río Foyel. EcoNothofagus 2008 – Segunda Reunión sobre *Nothofagus* en la Patagonia. Esquel, Chubut, Argentina, 47pp.

SAyDS, 2005. Primer inventario nacional de bosques nativos. Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación – Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires, 86 pp.

Soler Esteban, R., Martínez Pastur, G., Lencinas, M. V., and Peri P., 2010. Flowering and seeding patterns in primary, secondary and solvopastoral manager *Nothofagus antarctica* forests in South Patagonia. New Zealand Journal of Botany, 48(2): 63-73.