



ARTÍCULO

Respuesta al raleo en comparación con el autorraleo en bosques secundarios de *Nothofagus pumilio* y *N. antarctica* de la Patagonia Sur, Argentina.

Pablo L. Peri^{1,2,3}; Lucas Monelos²; Francisco Mattenet⁴; Jaime Salinas Sanhueza⁵; Julián Rodríguez-Souilla⁶ & Guillermo Martínez Pastur^{3,6}.

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), cc 332 (9400) Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina. E-mail: peri.pablo@inta.gob.ar.

²Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA), Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina.

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), CIT Santa Cruz, Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina.

⁴Asesor Privado, Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina

⁵Instituto Forestal (INFOR), Coyhaique, Chile.

⁶Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina.

DOI: <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2025.623>

Recibido: 14.01.2025; Aceptado 03.03.2025.

RESUMEN

El raleo planificado en bosques secundarios puede reducir el tiempo necesario para obtener los productos deseados para la industria. En 2006 se establecieron parcelas de monitoreo a largo plazo en dos rodales de la misma edad de *Nothofagus pumilio* (12.550 árb/ha), y en rodales de *N. antarctica* establecidos en 2008 (4.050 árb/ha) en la provincia de Santa Cruz, Argentina, con el objetivo de cuantificar la respuesta a diferentes intensidades de raleo y compararla con la dinámica natural de autorraleo. Para *N. pumilio*, se probó 4 intensidades de raleo, dejando desde 2.350 árb/ha hasta 1.050 árb/ha y un control. En *N. antarctica* se evaluó durante 10 años un raleo moderado, dejando 1.550 árb/ha, y un control. El crecimiento en diámetro (DAP), área basal (AB) y volumen total sobre corteza (TOBV) de *N. pumilio* fue mayor para el tratamiento de intensidad moderada de raleo (0,40 cm/año, 1,40 m²/ha-año, y 10,11 m³/ha-año). Para *N. antarctica*, el DAP y la tasa de crecimiento del TOBV fue mayor para el tratamiento de intensidad de raleo moderada (0,27 cm/año, 3,41 m³/ha-año) en comparación con el rodal de control. El estudio de dinámica natural de rodales de *N. pumilio* reveló una mortalidad inducida por competencia a una tasa media de 441 árboles/ha-año, con una tasa media de crecimiento de 6,05 m³/ha-año. La importancia de las parcelas de largo plazo del presente trabajo es que proporcionarán datos esenciales para la planificación del manejo forestal en la Patagonia.

Palabras clave: dinámica de clases de copa, tasa de mortalidad, silvicultura.

SUMMARY

Planned thinning in secondary forests can reduce the time required to obtain the desired products for the industry. Long-term monitoring plots were established in two stands of the same age of *Nothofagus pumilio* (12,550 trees/ha), and in stands of *N. antarctica* established in 2008 (4,050 trees/ha) in the province of Santa Cruz, Argentina, with the objective of quantifying the response to different thinning intensities and comparing it with the natural dynamics of self-thinning. For *N. pumilio*, 4 thinning intensities were tested, ranging from 2,350 trees/ha to 1,050 trees/ha and a control. In *N. antarctica*, a moderate thinning was evaluated for 10 years, leaving 1,550 trees/ha, and a control. The growth in diameter (DBH), basal area (BA) and total over bark volume (TOBV) of *N. pumilio* was higher for the moderate thinning intensity treatment (0.40 cm/year, 1.40 m²/ha/year, and 10.11 m³/ha/year). For *N. antarctica*, DBH and TOBV growth rate was higher for the moderate thinning intensity treatment (0.27 cm/yr, 3.41 m³/ha/yr) compared to the control stand. The natural dynamics study of *N. pumilio* stands revealed competition-induced mortality at an average rate of 441 trees/ha/yr, with an average growth rate of 6.05 m³/ha/yr. The importance of the long-term plots of the present work is that they will provide essential data for forest management planning in Patagonia.

Key words: crown class dynamic, mortality rate, silviculture.

INTRODUCCION

Nothofagus pumilio (Poepp. et Endl.) Krasser (lenga) y *N. antarctica* (G. Forster) Oerst. (ñirre) son las especies arbóreas nativas más importantes de la Patagonia, y se extienden en Argentina desde las latitudes 37°00' a 52°30' Lat. S. En la provincia de Santa Cruz, el tipo de vegetación de bosque nativo representa 3.728 km² (1,5% del área total), donde los bosques puros de lenga cubren alrededor de 2.538 km² (1,0%) seguidos por los bosques puros de ñirre, que ocupan 1.000 km² (0,4%) (Peri *et al.*, 2024). Si bien los bosques de lenga son el principal recurso maderable para la industria del aserrío (Martínez Pastur *et al.*, 2000), los bosques de ñirre han sido utilizados como sistemas silvopastoriles, que combinan árboles con pastos o pastizales bajo pastoreo en una misma unidad de superficie, constituyéndose en una alternativa productiva económica, ecológica y social para la región (Peri *et al.*, 2016; Salinas, 2016).

En los últimos 120 años se han cosechado áreas importantes de estas especies, lo que ha permitido establecer con éxito la regeneración natural en la mayoría de los sitios (Peri *et al.*, 2002; 2013). La perturbación en grandes superficies del dosel superior de estos bosques ocurre principalmente como resultado de la caída de árboles (a pequeña escala) y, en menor medida, debido al daño por nieve o incendios asociados con actividades humanas. Esto da como resultado una regeneración abundante (p. ej., 100.000 plántulas por hectárea de menos de 1 m de altura, y de hasta 20 años de edad) seguida de un aclareo automático debido principalmente a la competencia ligera que resulta en una densidad final de 200 a 350 árboles por hectárea en etapas maduras (más de 180 años de edad) (Martínez Pastur *et al.*, 2001). Para los bosques de lenga, la propuesta silvicultural más común incluye el sistema de corta de protección con una rotación de 120 años, y un período de regeneración de 20 años. Esta propuesta imita la dinámica natural del bosque, asociada a los claros del dosel que proporcionan condiciones ecológicas satisfactorias para la regeneración de una nueva cohorte (Martínez Pastur *et al.*, 1999). El crecimiento de la regeneración puede verse afectado por el grado de apertura del dosel, que influye sobre la precipitación y la intensidad de la luz a nivel del sotobosque.

Para la producción de troncos para aserrado, el raleo planificado en rodales de bosque secundario puede reducir el tiempo requerido para obtener productos de una calidad deseada, concentrar el crecimiento del rodal en árboles seleccionados, aumentar la producción de madera al utilizar árboles que morirían en ausencia del raleo, y para el caso de los sistemas silvopastoriles, el raleo también mejora la producción de materia seca (MS) del sotobosque y, en consecuencia, aumenta la producción animal del sistema (Peri *et al.*, 2013; 2016; Martínez Pastur *et al.*, 2023, Rodríguez-Souilla *et al.*, 2023).

Previamente se han reportado esquemas de tratamientos intermedios y ensayos de raleo para lenga y ñirre (Schmidt *et al.*, 1995, Martínez Pastur *et al.*, 2001; 2018; 2023; Peri *et al.*, 2002; 2013; Salinas *et al.*, 2017; Salinas, 2021, Rodríguez-Souilla *et al.*, 2023). Sin embargo, es relevante medir e identificar los efectos positivos y/o negativos del raleo sobre la resistencia y resiliencia a nivel de rodal y de árbol individual a factores estresantes (p. ej. sequía, insectos, enfermedades y daños por viento), que se espera que aumenten en frecuencia y/o severidad debido al cambio global. En este contexto, existe evidencia sólida de que el raleo, particularmente el raleo intenso, reduce el impacto de la sequía y también el riesgo y la severidad de los incendios cuando se eliminan los restos de la cosecha (Millar *et al.*, 2007).

El objetivo del presente trabajo es evaluar el autorraleo ocurrido en rodales en dinámica natural, y el crecimiento de árboles de bosques secundarios de lenga y ñirre bajo diferentes regímenes de intensidad de raleos. Nuestra hipótesis es que la respuesta del crecimiento al raleo de lenga y ñirre en sitios secos ocurre en niveles intermedios al reducirse el estrés hídrico (mejores condiciones microambientales).

MATERIAL Y METODO

Área de Estudio

En 2006 se establecieron parcelas de raleo y dinámica natural de rodales a largo plazo en bosques secundarios y coetáneos de lenga en la provincia de Santa Cruz (51°34' Lat. S, 72° 01' Long. O), Argentina. Los bosques originales de 120 ha se establecieron principalmente después de una extensa tala rasa en

franjas durante 1940-1950. El rodal estudiado tiene un índice de sitio de 9,8 m a una edad base de 60 años ($IS_{60} = 9,8$ m). El paisaje está clasificado como templado frío y subhúmedo, con una temperatura media anual a largo plazo del aire de 4,5 °C, una precipitación anual de 488 mm/año y una evaporación potencial superior a 950 mm/año. Los suelos son de textura gruesa y clasificados como Molisoles. Con base en treinta muestras compuestas de suelo (0-30 cm de profundidad correspondiente a la distribución de raíces), los suelos se caracterizan por: pH 4,9, carbono orgánico 4,7%, nitrógeno 0,42%, fósforo disponible 132 mg/kg y textura franco-arenosa (USDA) con 47% de arena, 7% de arcilla y 46% de limo.

En el caso de los bosques de ñirre, las parcelas de dinámica natural de largo plazo y de raleo se establecieron en 2008, en un bosque secundario coetáneo (51°13' S, 72°15' O) establecido después de un incendio ocurrido en 1966-1967. El rodal tiene un índice de sitio de 6,5 m a una edad base de 50 años ($IS_{50} = 6,5$ m). La temperatura promedio del aire es de 5,4 °C, la precipitación anual de 422 mm/año y la evaporación potencial de 1.210 mm/año. Los suelos se clasificaron como Molisoles. Basado en treinta muestras de suelo compuestas, los suelos tienen: pH 4,8, carbono orgánico 3,2%, nitrógeno 0,32%, fósforo disponible 129 mg/kg y una textura franco-arenosa (USDA) con 50% arena, 20% arcilla y 30% limo.

Parcelas de Dinámicas de Rodales Naturales

En lenga se instalaron dos parcelas circulares de largo plazo de 100 m² en rodales homogéneos de 44 ±4 años de edad. Los rodales tenían una densidad inicial de 12.550 ± 600 árboles/ha, con un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 7,1 ± 3,2 cm. La mortalidad, el DAP y las clases de copa (dominante, codominante, intermedia, suprimida) se registraron anualmente para cada árbol durante 11 años (2006-2017). El volumen total con corteza (VTCC) para lenga se calculó utilizando una ecuación reportada por Peri (1995) para la misma área de estudio. Estas parcelas que representan rodales no manejados permiten evaluar la dinámica natural (proceso de autorraleo) del rodal.

Parcelas de Raleo

Las parcelas de raleo de lenga se ubicaron en rodales secundarios de edad uniforme (12.550 árboles/ha, edad 50 ± 5 años, DAP medio 7.2 cm). Sobre la densidad total, se seleccionó 800 árboles futuros (dominantes, de tallos rectos y de buena salud). El ensayo de raleo consistió de cuatro tratamientos: (i) intensidad de raleo baja dejando 2.350 árboles/ha; (ii) intensidad de raleo moderada, dejando 1.700 árboles/ha; (iii) intensidad de raleo severa, dejando 1.050 árboles/ha; y (iv) un tratamiento control bajo dinámica natural. El raleo eliminó los árboles dominantes y codominantes adyacentes para liberar los árboles futuros seleccionados. Cada tratamiento se replicó cinco veces asignado aleatoriamente en un diseño de parcelas divididas (las parcelas tienen un área de 1.500 m²), donde las parcelas principales fueron tres niveles diferentes de intensidades de raleo y el control.

Para el ñirre, las parcelas de raleo se ubicaron en rodales secundarios de edad uniforme (4.050 árboles/ha, edad 52 ± 6 años, DAP de 12,5 ± 3,2 cm). El ensayo de raleo consta de dos tratamientos: (i) intensidad de raleo moderada, dejando 1.550 árboles/ha; y (ii) un tratamiento testigo bajo dinámica natural de autorraleo.

El DAP se registró anualmente para cada árbol y se utilizó para estimar el VTCC con la ecuación local propuesta por Peri (1995) para lenga, y la ecuación estándar reportada por Lencinas *et al.*, (2002) para ñirre. La cobertura del dosel se estimó utilizando métodos de proyección vertical de las copas de los árboles. Para cuantificar la estabilidad de los árboles después del raleo, se contaron anualmente los árboles derribados por el viento.

Los análisis estadísticos se realizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) utilizando la prueba F con separación de medias mediante la prueba de Tukey con una probabilidad $p < 0,05$.

RESULTADOS y DISCUSION

Dinámica del Rodal Natural de Lengua

La densidad de rodales disminuyó de 12.550 árboles/ha en 2006 a 7.700 árboles/ha en 2017 (**Figura 1**). Esto determinó que la mortalidad inducida por competencia ocurrió a una tasa media de 441 árboles/ha-año. Los valores mínimos y máximos de mortalidad fueron 50 y 1.050 árboles/ha-año. La mortalidad se limitó a las clases de diámetro menores a 5 cm, correspondientes a clases de copa intermedia y suprimida. La mortalidad en las parcelas de dinámica de rodales naturales fue más baja que la reportados por *Peri et al. (2013)*, quienes indicaron que la mortalidad inducida por competencia promedió 680 árboles/ha-año, lo que representó el 3,5% de todos los árboles para el período de 10 años evaluado. En bosques secundarios de *N. pumilio* la principal causa de mortalidad, como especie tolerante a la semisombra (*Martínez Pastur et al., 2007*), es el proceso natural de autorrroleo debido principalmente a la competencia lumínica entre individuos (*Peri & Arce, 1998*). Sin embargo, la mortalidad encontrada en el presente trabajo fue mayor que la reportada por *Peri et al. (2002)* para rodales de *N. pumilio* de edad uniforme (18-22 árboles/ha-año) creciendo en una mejor calidad de sitio ($IS_{60} = 23,2$ m), pero de mayor edad (67 años) y con menor densidad inicial (2.382 ± 770 árboles/ha). Esta diferencia resalta cómo la mortalidad difiere con la edad del rodal y el índice de sitio.

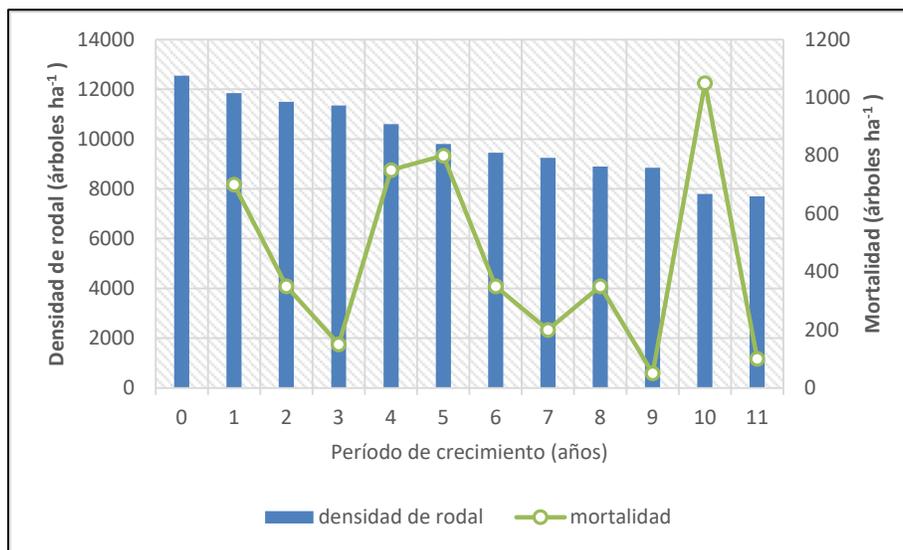


Figura 1. Dinámica de la densidad de rodal (barras) y mortalidad (líneas) en rodales naturales de lengua de edad intermedia (44 ± 4 años) en la provincia de Santa Cruz, Argentina.

En once años, el DAP aumentó de 7,1 a 9,5 cm, a una tasa de crecimiento promedio ponderada (por la proporción de clases de copa en el rodal) de 0,21 cm/año (**Figura 2**). Sin embargo, la tasa de crecimiento promedio mostró respuestas diferentes según las clases de copa. Así, la tasa de incremento del DAP varió: 0,45, 0,34, 0,21 y 0,15 cm/año para árboles dominantes, codominantes, intermedios y suprimidos, respectivamente.

El AB aumentó de 59,1 en 2006 a 64,2 m²/ha en 2017 a una tasa de crecimiento de 0,46 m²/ha-año (**Figura 2**). El incremento del VTCC varió de 0,6 a 9,4 m³/ha-año con un promedio de 6,05 m³/ha-año (**Figura 2**). Sin embargo, el 55% de esto se atribuyó solo al crecimiento de la clase de copa dominante (25% de los árboles). Según *Peri et al. (2013)* para la misma área, la tasa de crecimiento del rodal bajo dinámica natural (0,73 m²/ha-año en AB y 7,2 m³/ha-año en VTCC) determinó la importancia de la contribución de los árboles dominantes (por ej., el 57% del incremento del VTCC fue proporcionado solo por la clase de copa dominante).

Asimismo, el impacto de las clases de copa (principalmente árboles dominantes) sobre el crecimiento del DAP y el volumen de los bosques de lenga a lo largo de las condiciones ambientales también ha sido reportado previamente (Peri & Martínez Pastur, 1996; Martínez Pastur *et al.*, 2001).

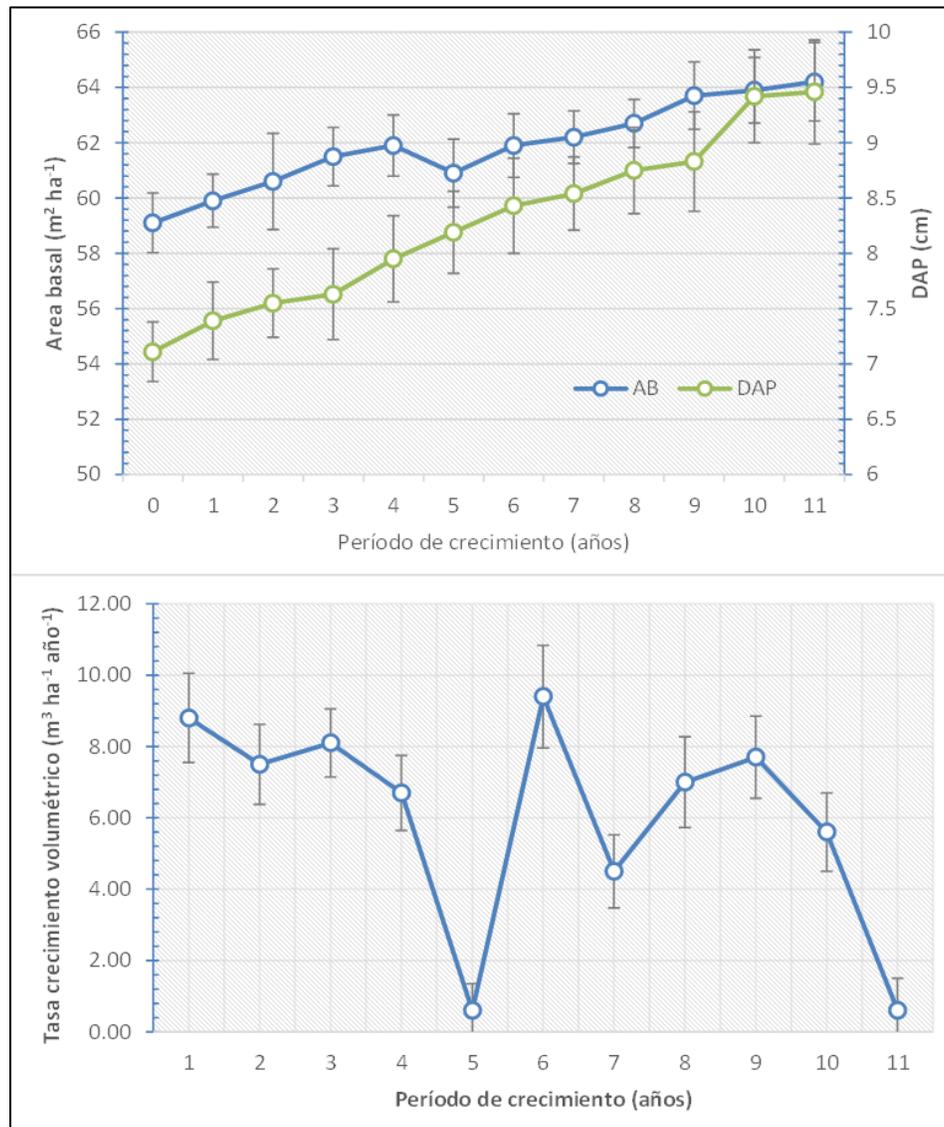


Figura 2. Área basal (AB), diámetro a la altura del pecho (DAP), y tasa de crecimiento de volumen total con corteza (VTCC) para un rodal de *Nothofagus pumilio* desarrollándose en a un índice de sitio de 9,8 m a una edad base de 60 años ($IS_{60}=9,8$ m), provincia de Santa Cruz, Argentina.

Tratamientos de Raleo en Rodales de Lenga

Los resultados de once años de este estudio indicaron que hubo diferencias significativas en la respuesta de crecimiento entre los tratamientos de raleo (**Cuadro 1**). El cambio en la tasa de crecimiento de DAP, AB y VTCC fue mayor para el tratamiento de intensidad de raleo moderada (**Cuadro 1**). Sin embargo, hubo una interacción entre los tratamientos de raleo a lo largo del tiempo (**Figura 3**), por ejemplo: la tasa de crecimiento de VTCC fue mayor para el raleo severo solo después de 7, 8 y 9 años respecto al control y los tratamientos

de baja intensidad, no obstante, la intensidad de raleo moderada mostró los valores más altos de tasa de crecimiento de VTCC durante los 11 años evaluados. Además, no hubo árboles derribados por el viento en todos los tratamientos de raleo durante el período analizado (2006-2017). *Peri et al. (2013)* evaluaron parcelas de raleo de lenga, donde la eliminación de dos, o de todos los competidores de cada árbol a conservar, aumentó el crecimiento en DAP, AB y VTCC en aproximadamente 27%, 31% y 39%, respectivamente, en comparación con el control. Estos incrementos de crecimiento fueron menores que los informados por *Peri et al. (2002)*, quienes estimaron un crecimiento del VTCC incrementado en 83% (raleo ligero) y 65% (raleo fuerte) respecto del control, para bosques de lenga (rodales de 67 años) creciendo en un sitio de alta calidad ($IS_{60} = 23,2$ m). También son menores a los reportados por *Martínez Pastur et al. (2001)* para rodales puros de lenga desarrollándose en calidad de sitio II-III (altura dominante de 22-26 m) con un crecimiento máximo de 12,7 m³/ha-año.

Cuadro 1. Tasa media de crecimiento en diámetro a la altura del pecho (DAP), área basal (AB), y volumen total con corteza (VTCC) en rodales de lenga durante un período de 11 años (2006-2017) para tres tratamientos de raleo (intensidad severa, moderada y baja) en comparación con un control en la provincia de Santa Cruz, Argentina.

	DAP (cm/año)	AB (m ² /ha-año)	VTCC (m ³ /ha-año)
Control	0,21 a	0,45 a	5,95 a
Intensidad raleo baja	0,29 b	1,29 c	7,1 ab
Intensidad raleo moderada	0,40 c	1,40 d	10,11 b
Intensidad raleo severa	0,42 c	0,97 b	6,2 ab

Las diferentes letras mostraron diferencias significativas mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

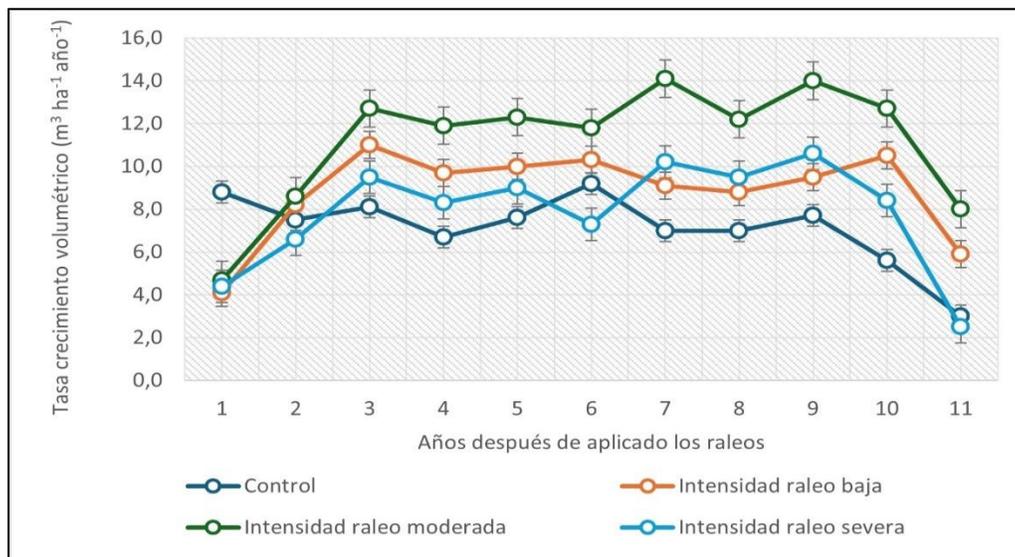


Figura 3. Tasa de crecimiento del volumen total con corteza (VTCC) durante un período de 11 años (2006-2017) para tres tratamientos de raleo (intensidades baja, moderada y severa) en comparación con un control en un rodal de lenga de edad intermedia (50 ± 5 años) en Santa Cruz, Argentina.

Tratamientos de Raleo en Rodales de Ñirre

Luego de diez años de evaluación, los resultados de los rodales de ñirre indicaron que hubo diferencias significativas en la respuesta de crecimiento entre el tratamiento de raleo y el control (**Cuadro 2**). El cambio

en la tasa de crecimiento del DAP y del VTCC fue mayor para el tratamiento de intensidad de raleo moderada en comparación con el control (**Cuadro 2**). Ivancich *et al.* (2014) destacaron que la tasa de crecimiento del DAP aumentó con la edad del árbol siguiendo una curva de forma sigmoidea, la calidad del sitio y las clases de copa de los árboles. En nuestro estudio, hubo una interacción entre el tratamiento de raleo y el control a lo largo del tiempo (**Figura 4**). Así, mientras que la tasa de crecimiento del VTCC fue mayor para el control hasta los 4 años de establecido el experimento, la intensidad de raleo moderada mostró los valores más altos de tasa de crecimiento del VTCC durante todo el período evaluado. Además, no hubo árboles derribados por el viento en todos los tratamientos de raleo durante el período analizado (2008-2018).

Cuadro 2. Valores de la tasa de crecimiento del diámetro a la altura del pecho (DAP), área basal (AB) y volumen total sobre corteza (VTCC) en rodales de ñirre durante un período de 10 años (2008-2018) para dos tratamientos de raleo (intensidad de raleo moderada y control) en Santa Cruz, Argentina.

Tratamiento	DAP (cm/año)	AB (m ² /ha-año)	VTCC (m ³ /ha-año)
Control	0,16 a	0,61 a	2,54 a
Raleo intensidad moderada	0,27 b	0,63 a	3,41 b

Las diferentes letras mostraron diferencias significativas mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

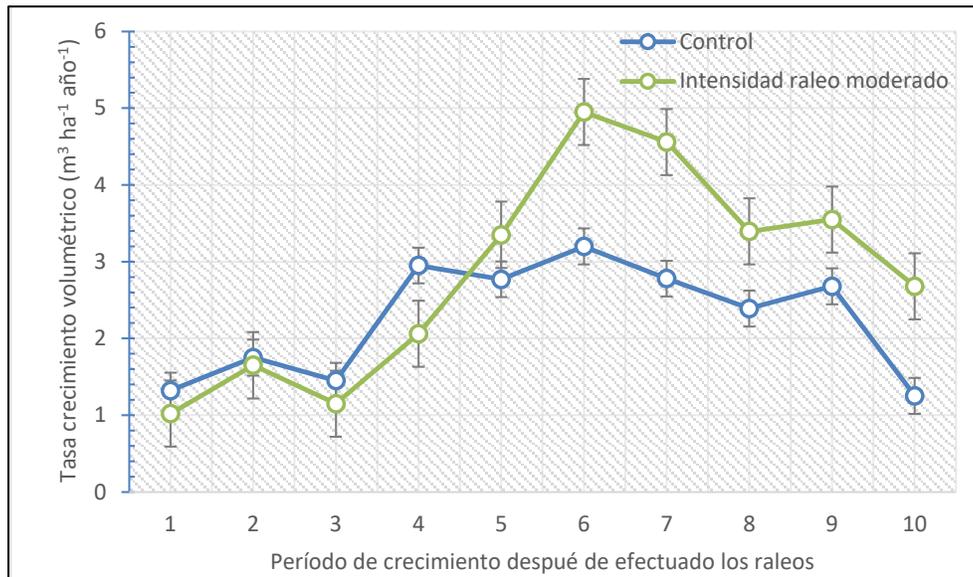


Figura 4. Tasa de crecimiento del volumen total de corteza (VTCC) del rodal de ñirre durante un período de 10 años (2008-2018) para una intensidad de raleo moderada y un control de rodal de ñirre en Santa Cruz, Argentina.

El Manejo de Bosque con Ganadería Integrada (MBGI) tiene como objetivo principal contribuir al uso sustentable de los bosques nativos como herramienta de desarrollo y de acuerdo a los criterios de sustentabilidad y estándares mínimos establecidos por la Ley Nacional N° 26.331 (Argentina). Propone siete lineamientos técnicos para cumplir con los objetivos y orientar los planes de manejo, siendo una estrategia ganar-ganar de manejo (Peri *et al.*, 2022a; 2022b). La información de nuestro estudio aporta información para la organización de actividades del MBGI que incluye un plan de manejo forestal en el que el esquema silvícola propuesto se basa en la dinámica del bosque natural.

CONCLUSIONES

Los resultados destacan la importancia de establecer parcelas permanentes que representen diferentes tratamientos de raleo a lo largo de un gradiente de calidad del sitio, con el fin de representar plenamente las respuestas de crecimiento potencial en los rodales de lenga y ñirre en Patagonia Austral. La importancia de las parcelas de largo plazo del presente trabajo radica en que proporcionarán datos esenciales para utilizar en el desarrollo de un futuro modelo informático para la planificación del manejo forestal en la Patagonia. Además, estas parcelas de largo plazo nos permiten determinar la viabilidad financiera de los tratamientos intermedios como los raleos y proporcionan una demostración en el campo de los efectos del manejo forestal.

REFERENCIAS

- Ivancich, H., Martínez Pastur, G., Lencinas, M.V., Cellini, J.M. & Peri, P.L. (2014). Proposals for *Nothofagus antarctica* diameter growth estimation: Simple vs. global models. *Journal of Forest Science*, 60(8): 307-317. <https://doi.org/10.17221/22/2014-JFS>
- Lencinas, M.V., Martínez Pastur, G., Cellini, J.M., Vukasovic, R., Peri, P.L. & Fernández, M.V. (2002). Incorporación de la altura dominante y clase de sitio a ecuaciones estándar de volumen para *Nothofagus antarctica* (Forster f.) Oersted. *Bosque*, 23(2): 5-17. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002002000200002>
- Martínez Pastur, G., Peri, P.L., Fernández, C., Staffieri, G. & Rodríguez, D. (1999). Desarrollo de la regeneración a lo largo del ciclo del manejo forestal de un bosque de *Nothofagus pumilio*: 1. Incidencia de la cobertura y el aprovechamiento. *Bosque*, 20 (2): 39-46. <https://doi.org/10.4206/bosque.1999.v20n2-04>
- Martínez Pastur, G., Cellini, J.M., Peri, P.L., Vukasovic, R. & Fernández, C. (2000). Timber production of *Nothofagus pumilio* forests by a shelterwood system in Tierra del Fuego (Argentina). *Forest Ecology and Management*, 134(1-3): 153-162. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00253-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00253-4)
- Martínez Pastur, G., Cellini, J.M., Lencinas, M.V., Vukasovic, R., Vicente, R., Bertolami, F. & Giunchi, J. (2001). Modificación del crecimiento y de la calidad de fustes en un raleo fuerte de un rodal en fase de crecimiento óptimo inicial de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser. *Ecología Austral*, N° 11. Pp: 95-104.
- Martínez Pastur, G., Lencinas, M.V., Peri, P.L. & Arena, M. (2007). Photosynthetic plasticity of *Nothofagus pumilio* seedlings to light intensity and soil moisture. *Forest Ecology and Management*, N°243. Pp: 274-282. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.03.034>
- Martínez Pastur, G., Soler, R., Lencinas, M.V., Cellini, J.M. & Peri, P.L. (2018). Long-term monitoring of thinning for silvopastoral purposes in *Nothofagus antarctica* forests of Tierra del Fuego, Argentina. *Forest Systems*, 27(1): e01S. <https://doi.org/10.5424/fs/2018271-11928>
- Martínez Pastur, G., Rodríguez-Souilla, J., Lencinas, M.V., Cellini, J.M., Chaves, J.E., Aravena Acuña, M.C., Peri, P.L. & Roig, F.A. (2023). Microclimatic conditions restrict the radial growth of *Nothofagus antarctica* regeneration based on the type of forest environment in Tierra del Fuego. *Sustainability*, 15: e8687. <https://doi.org/10.3390/su15118687>
- Millar, C.I., Stephenson, N.L. & Stephens, S.L. (2007). Change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecol. Appl.*, N°17. Pp: 2145–2151. <https://doi.org/10.1890/06-1715.1>
- Peri, P.L. (1995). Ecuaciones de volumen bruto, neto y de corteza para lenga (*Nothofagus pumilio*) en Ea. Stag-River, Santa Cruz. Publicación Técnica Forestal N° 5 Convenio UNPA-INTA-CAP. Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina. 14 p.
- Peri, P.L. & Martínez Pastur, G. (1996). Crecimiento diamétrico de *Nothofagus pumilio* para dos condiciones de copa en un sitio de calidad media de Santa Cruz (Argentina). *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 5(2): 201-212.
- Peri, P.L. & Arce, J. (1998). Estudio estructural de la regeneración avanzada de lenga (*Nothofagus pumilio*) en Patagonia Sur, Argentina. *In Actas Primer Congreso Latinoamericano de IUFRO*. Tema 3 (47): Manejo, Protección y Conservación de Bosques Naturales. Valdivia, Chile. 22-28 de noviembre.

- Peri, P.L., Martínez Pastur, G., Vukasovic, R., Díaz, B., Lencinas, M.V. & Cellini, J.M. (2002).** Thinning schedules to reduce risk of windthrow in *Nothofagus pumilio* forests of Patagonia, Argentina. *Bosque*, 23(2): 19-28. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002002000200003>
- Peri, P.L., Martínez Pastur, G. & Monelos, L. (2013).** Natural dynamics and thinning response of young lenga (*Nothofagus pumilio*) trees in secondary forests of Southern Patagonia. *Bosque*, 34(3): 273-279. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002013000300003>
- Peri, P.L., Bahamonde, H., Lencinas, M.V., Gargaglione, V., Soler, R., Ormaechea, S., & Martínez Pastur, G. (2016).** A review of silvopastoral systems in native forests of *Nothofagus antarctica* in southern Patagonia, Argentina. *Agroforestry Systems*, N° 90. Pp: 933-960. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-9890-6>
- Peri, P.L., Mónaco, M., Navall, M., Colomb, H., Gómez Campero, G., Medina, A. & Rosales, V. (2022a).** Manejo de Bosques con Ganadería Integrada (MBGI) en Argentina. *Revista del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)* 261: 30-40.
- Peri, P.L., Rosas, Y.M., López, D.R., Lencinas, M.V., Cavallero, L. & Martínez Pastur, G. (2022b).** Conceptual framework to define management strategies for silvopastoral systems in native forests. *Ecología Austral*, N° 32. Pp: 749-766. <https://doi.org/10.25260/EA.22.32.2.1.1872>
- Peri, P.L., Gaitán, J., Díaz, B., Almonacid, L., Morales, C., Ferrer, F., Lasagno, R., Rodríguez-Souilla, J. & Martínez Pastur, G. (2024).** Vegetation type mapping in Southern Patagonia and its relationship with ecosystem services, soil carbon stock, and biodiversity. *Sustainability*, 16: e2025. <https://doi.org/10.3390/su16052025>
- Rodríguez-Souilla, J., Cellini, J.M., Lencinas, M.V., Paredes, D., Chaves, J.E., Roig, F.A., Peri, P.L. & Martínez Pastur, G. (2023).** Radial growth response to long-term thinning strategies in *Nothofagus pumilio* forests of Tierra del Fuego. *Bosque*, 44(1): 241-254. <https://doi.org/10.4067/s0717-92002023000100241>
- Salinas S.J. (2016).** Experiencia de manejo silvopastoral en dos renovales coetáneos de *Nothofagus antarctica* (G. Forst.) Oerst. (Ñire) en la región de Aysén, Chile. *Ciencia & Investigación Forestal*, 22(1): 37-50. <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2016.449>
- Salinas, J., Peri, P.L., Hepp, C. & Acuña, B. (2017).** Sistemas Silvopastorales en Bosques de Ñirre (*Nothofagus antarctica* (G. Forst.) Oerst.) de la Región de Aysén. Instituto Forestal, Chile. Documento de Divulgación N° 43. 60 p.
- Salinas, J. (2021).** Ganadería Integrada al manejo de los bosques de Ñirre de Aysén: Buenas prácticas para compatibilizar la producción y la conservación del bosque. Instituto Forestal, Chile. Documento de Divulgación N° 53. 24 p. <https://doi.org/10.52904/20.500.12220/30459>
- Schmidt, H., Caldentey, J. & Donoso, S. (1995).** Informe: Investigación sobre el manejo de la lenga, XII Región. Universidad de Chile-CONAF. Santiago, Chile. 40 p.