



ARTÍCULO

Efecto del raleo en el crecimiento de bosques secundarios siempreverdes, dominados por *Eucryphia cordifolia* (Cav.) en los Andes, centro-sur de Chile.

Bastienne Schlegel Heldt^{1*}, Eduardo Molina Rademacher¹  & Sabine Müller-Using Wenzke¹ 

¹ Ing. Forestal, Dr. Ciencias Forestales, Instituto Forestal, sede Los Ríos. Valdivia, Chile. bschlegel@infor.cl

² Ing. Forestal, Mg. Manejo de Recursos Naturales. Instituto Forestal, sede Los Ríos. Valdivia, Chile. emolina@infor.cl

³ Ing. Forestal, Dr. Forest. Instituto Forestal, sede Los Ríos. Valdivia, Chile. smuller@infor.cl

* Autor para correspondencia

DOI: <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2026.651>

Recibido: 02.01.2026; Aceptado 21.01.2026.

RESUMEN

El estudio evaluó el efecto del raleo de selección en bosques siempreverdes de segundo crecimiento dominados por *Eucryphia cordifolia* en dos sitios del centro-sur de Chile. El raleo incrementó el crecimiento a nivel de rodal y en especies de tolerancia media y tolerantes a la sombra, mientras que las intolerantes respondieron solo en un sitio. Contrariamente a lo esperado, *E. cordifolia* no mostró un aumento significativo en el crecimiento diamétrico en ninguno de los sitios; esta falta de respuesta se atribuye a su plasticidad ecofisiológica y arquitectónica, ya que individuos aclimatados a sombra presentan respuestas retardadas tras la apertura del dosel y priorizan la producción de brotes basales o epicórmicos para colonizar nuevos micrositios. En general, el estudio destaca que el raleo puede mejorar el crecimiento a nivel de rodal y a nivel de grupos funcionales en bosques mixtos de segundo crecimiento siempreverdes, pero las respuestas son específicas de cada especie. En el caso de *E. cordifolia*, las ganancias de crecimiento a corto plazo tras el raleo pueden ser limitadas, lo que pone de relieve la necesidad de estrategias de monitoreo a largo plazo y de manejo que tengan en cuenta la respuesta retardada en crecimiento de esta especie clave en el bosque siempreverde.

Palabras clave: Bosques mixtos siempreverdes, *Eucryphia cordifolia*, bosques secundarios, raleos.

SUMMARY

The study evaluated the effect of selective thinning in second-growth evergreen forests dominated by *Eucryphia cordifolia* at two sites in south-central Chile. Thinning increased growth at the stand level and in midtolerant and shade-tolerant species, while intolerant species responded only at one site. Contrary to expectations, *E. cordifolia* did not show a significant increase in diameter growth at either site; this lack of response is attributed to its ecophysiological and architectural plasticity, as shade-acclimated individuals show delayed responses after canopy opening and prioritize the production of basal or epicormic shoots to colonize new microsites. Overall, the study highlights that thinning can improve growth at the stand level and at the functional group level in mixed evergreen secondary forests, but responses are species-specific. In the case of *E. cordifolia*, short-term growth gains after thinning may be limited, highlighting the need for long-term monitoring and management strategies that take into account the delayed growth response of this key species in the evergreen forest.

Key words: Mixed evergreen forests, *Eucryphia cordifolia*, second-growth forests, thinnings.

INTRODUCCIÓN

La dinámica de los bosques del centro-sur de Chile está fuertemente determinada por perturbaciones naturales, tales como deslizamientos de tierra, caídas masivas de árboles asociadas a tormentas de viento y erupciones volcánicas, las cuales promueven la sucesión forestal mediante la regeneración de nuevas

cohortes (Veblen & Ashton, 1978; Veblen *et al.*, 1996). En contraste, en altitudes más bajas y en sitios de mayor accesibilidad, las perturbaciones antropogénicas —principalmente la tala intensiva y el uso del fuego para habilitar terrenos agrícolas, seguido de su abandono— han generado extensas superficies de bosques secundarios o de segundo crecimiento (Donoso *et al.*, 1998; Lara *et al.*, 2002; Echeverría *et al.*, 2006; Echeverría *et al.*, 2008; Altamirano & Lara, 2010).

Dependiendo de las condiciones del sitio, estos bosques pueden estar dominados por especies del género *Nothofagus* (*Nothofagus obliqua*, *N. alpina* y *N. dombeyi*) o conformar bosques secundarios siempreverdes de composición mixta, conocidos como bosques templados lluviosos valdivianos (sensu Veblen & Alaback, 1995). Estos últimos están dominados por especies de tolerancia media a la sombra, como *Eucryphia cordifolia*, *Drimys winteri*, *Laurelia sempervirens* y *Gevuina avellana*, así como por especies tolerantes a la sombra, entre las que destacan *Laureliopsis philippiana*, *Persea lingue*, *Aextoxicon punctatum* y diversas especies de la familia *Myrtaceae*. En algunos casos, estos rodales incluyen individuos de especies intolerantes a la sombra, tales como *Weinmannia trichosperma*, *Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus obliqua* (Donoso, 2006).

La alta diversidad de especies, con distintos niveles de tolerancia a la sombra, patrones de crecimiento y estrategias regenerativas, ha dificultado históricamente el desarrollo de esquemas de manejo sostenible en estos bosques. Adicionalmente, estos ecosistemas han sido objeto de tala ilegal, principalmente para la producción de leña (Donoso *et al.*, 1998; Lara *et al.*, 2013; Donoso & Promis, 2013), así como de pastoreo de ganado (Bahamonde *et al.*, 2011; Echeverría *et al.*, 2014; Zamorano-Elgueta *et al.*, 2014). No obstante, la presencia de especies latifoliadas de alto valor maderero (Loguercio *et al.*, 2018; Donoso *et al.*, 2022; Donoso & Navarro, 2022) representa un recurso con un importante potencial de manejo silvícola.

La mayoría de estas especies perennes se regeneran principalmente en claros o bajo regímenes de regeneración continua, un comportamiento típico de especies de tolerancia media o tolerantes a la sombra (Donoso & Navarro, 2022). Sin embargo, algunas especies, en particular *Eucryphia cordifolia*, presentan una elevada capacidad de regeneración vegetativa mediante brotes de tocones o raíces, lo que les permite ocupar rápidamente el sitio después de perturbaciones como la tala o los incendios (Escobar *et al.*, 2006; Escandón *et al.*, 2013; González *et al.*, 2015). Esta estrategia, combinada con una alta producción de semillas, explica su notable capacidad de colonización tras disturbios en los bosques siempreverdes secundarios (Escandón *et al.*, 2013; González *et al.*, 2015).

Las prácticas silvícolas modernas se fundamentan en la dinámica natural de los bosques, buscando emular las condiciones ambientales que favorecen la regeneración y el desarrollo de las especies objetivo. Dado que la disponibilidad de luz es un factor clave que condiciona el crecimiento y el éxito regenerativo, las especies con distintos niveles de tolerancia a la sombra requieren enfoques silvícolas diferenciados. En general, cuanto mayor es la tolerancia a la sombra de una especie, mayor es la densidad de dosel que puede soportar, mientras que las especies más exigentes en luz requieren aperturas de dosel más amplias para regenerar y crecer adecuadamente.

La mayoría de los estudios sobre crecimiento y respuesta a intervenciones silvícolas en bosques siempreverdes secundarios se ha concentrado en rodales dominados por *Drimys winteri* (Navarro *et al.*, 1997; Navarro *et al.*, 1999; Reyes *et al.*, 2009; Navarro *et al.*, 2010; Navarro *et al.*, 2011). En contraste, existe escasa información sobre bosques siempreverdes mixtos (Donoso & Navarro, 2022), y particularmente sobre bosques secundarios dominados por *E. cordifolia*.

En este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta en crecimiento de los árboles luego de la aplicación de un raleo de selección en bosques siempreverdes secundarios dominados por *E. cordifolia*. Se plantea como hipótesis que el raleo, como parte de un sistema silvícola, produce cambios significativos en las tasas de crecimiento individual, especialmente en las especies de tolerancia media, como *E. cordifolia*.

MATERIAL Y MÉTODO

Área de Estudio

Este estudio abarca dos rodales manejados mediante raleos de selección. En este contexto, se identificaron los árboles futuros y se eliminaron entre dos o tres individuos competidores. Adicionalmente, se talaron algunos individuos de mala forma. En 2015 se estableció un sitio de estudio en Millahue, cerca de Panguipulli ($39^{\circ}51'11,63''S$ $73^{\circ}8'4,46''O$), en la precordillera de los Andes, entre 200 y 250 msnm (**Figura 1**). La zona tiene un clima templado lluvioso con precipitación media anual de 2.500 mm. La temperatura media anual es de $9,5^{\circ}C$, con temperaturas medias máximas (enero) de $23,6^{\circ}C$ y temperaturas medias mínimas (junio) de $1,2^{\circ}C$ (**AGROMET, 2018**). El suelo corresponde al tipo misceláneo, que se caracteriza por pendientes pronunciadas y es susceptible a la erosión (**CIREN, 2003**). El otro sitio de estudio se estableció el año 2017, en Purulón ($39^{\circ}51'11,63''S$ $73^{\circ}8'4,46''O$) en 2017, en el valle central, a 231 msnm (**Figura 1**). La zona tiene un clima templado lluvioso, con una precipitación media anual de 1.800 mm y temperaturas medias anuales entre 10 y $12^{\circ}C$ (**INIA, 1989**). El suelo corresponde a la familia fina y métrica de los ultisoles, que son suelos sin amortiguación y con bajos niveles de nutrientes (**CIREN, 2003**).

Ambos sitios de estudio se volvieron a medir el año 2022, es decir, en Millahue después de 7 años y en Purulón después de 5 años desde la intervención.

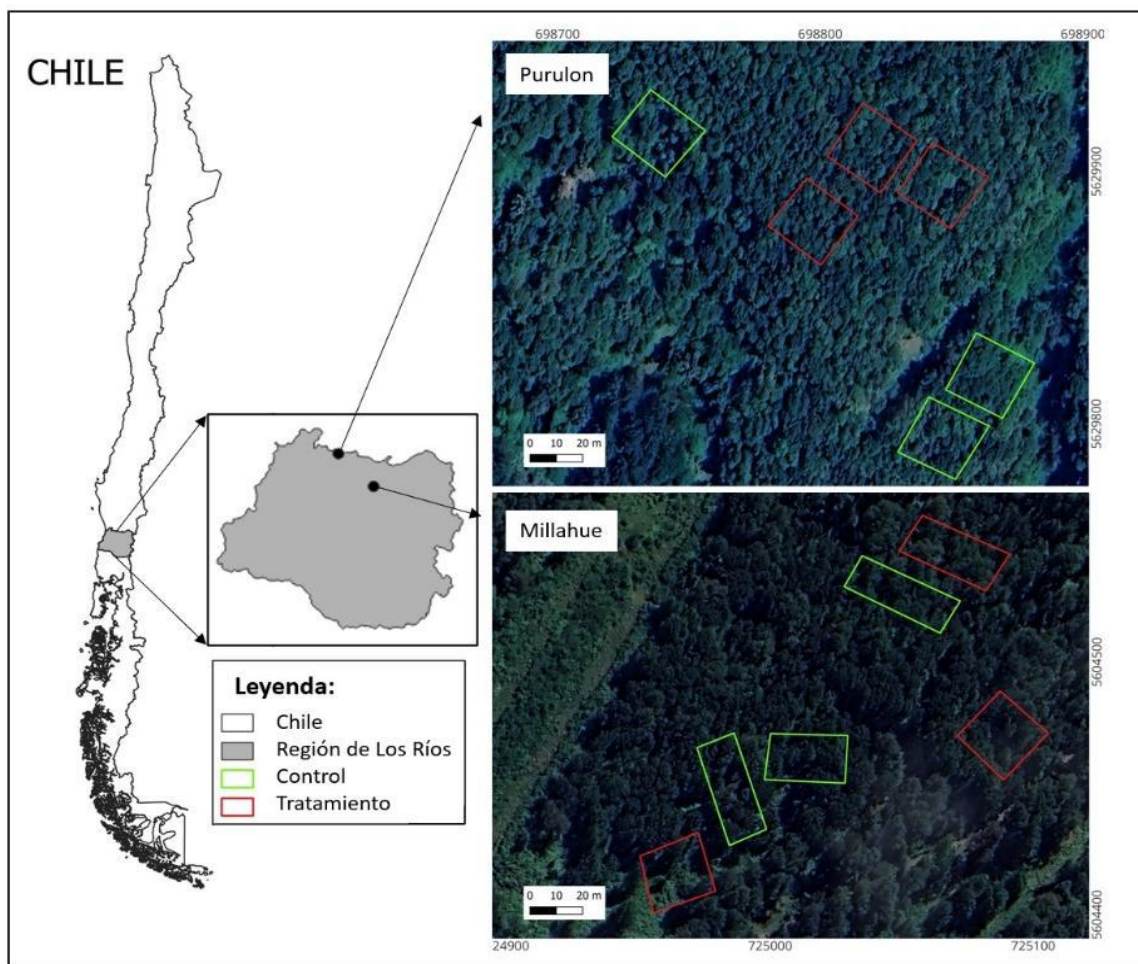


Figura 1. Sitios y parcelas de estudio: Purulón (panel superior) y Millahue (panel inferior).

Diseño Experimental y Muestreo

En Millahue, durante 2015, se instalaron 6 parcelas de 625 m² cada una, de las cuales 3 fueron sometidas a raleo y 3 se establecieron como control. La densidad media inicial del rodal era de 1.421 árboles/ha, el área basal (AB) era de 56,6 m²/ha y el diámetro medio cuadrático (DMC) de 22,4 cm. Esta elevada AB se debe a la presencia de algunos árboles de grandes dimensiones de *N. obliqua* (DMC de 39,8 cm), que forman parte del dosel emergente. Por lo tanto, el AB y el DMC en Millahue sin *N. obliqua* fue de 49,3 m²/ha y 21,3 cm, respectivamente. En Purulón, en el año 2017 se instalaron 6 parcelas de 625 m² bajo el mismo esquema; 3 parcelas fueron raleadas y 3 parcelas se establecieron como control. La densidad inicial era de 2.677 árboles/ha, el AB de 52,1 m²/ha y el DMC de 17 cm. Se remidieron las parcelas en el año 2022 para evaluar la respuesta en crecimiento de las diferentes especies con y sin raleo (control).

Análisis Estadístico

Las diferencias en el crecimiento entre raleo y el control, se analizaron mediante la prueba t de Student, por el total, por grupos funcionales y por especie (**Cuadro 1**). Cuando los datos de incremento periódico anual (IPA) no cumplían los supuestos de normalidad de las distribuciones de error (prueba de Lilliefors) y homocedasticidad de la varianza (prueba de Levene), se compararon sus distribuciones con la prueba de Bootstrap, que no se basa en distribuciones teóricas (Diaconis & Efron, 1983). En todos los casos, las diferencias entre tratamientos se consideraron significativas cuando el valor de probabilidad fue < 0,05.

En Millahue se encuentran especies intolerantes a la sombra y de larga vida, representadas por grandes individuos de *Nothofagus obliqua* y unos pocos individuos de *Weinmannia trichosperma* (**Cuadro 1 y 2**). Por otro lado, en Purulón solo se presentan especies intolerantes a la sombra de vida corta (Donoso *et al.*, 2019), como *Lomatia hirsuta* y *Embothrium coccineum* (**Cuadro 1 y 2**).

Cuadro 1. Grupos funcionales de acuerdo a tolerancia a la sombra (sombra tolerancia), longevidad y ocupación en el dosel de las especies presentes en el área de estudio.

Especie	Familia	Grupo funcional Longevidad/sombra tolerancia
<i>Nothofagus obliqua</i> (No)	Nothofagaceae	Intolerante-LV
<i>Weinmannia trichosperma</i> (Wt)	Cunoniaceae	Intolerante-LV
<i>Lomatia hirsuta</i> (Lh)	Proteaceae	Intolerante-CV
<i>Embothrium coccineum</i> (Emc)	Proteaceae	Intolerante-CV
<i>Aristotelia chilensis</i> (Ac)	Elaeocarpaceae	Intolerante-CV
<i>Caldcluvia paniculata</i> (Cp)	Cunoniaceae	Intolerante-CV
<i>Maytenus boaria</i> (Mb)	Celastraceae	Intolerante-CV
<i>Eucryphia cordifolia</i> (Ec)	Cunoniaceae	Tolerancia media-LV
<i>Gevuina avellana</i> (Ga)	Proteaceae	Tolerancia media-LV
<i>Laurelia sempervirens</i> (Ls)	Atherospermataceae	Tolerancia media-LV
<i>Drimys winteri</i> (Dw)	Winteraceae	Tolerancia media-LV
<i>Laureliopsis philippiana</i> (Lp)	Atherospermataceae	Tolerante-DS-LV
<i>Aextoxicon punctatum</i> (Ap)	Aextoxicaceae	Tolerante-DS-LV
<i>Persea lingue</i> (Pl)	Lauraceae	Tolerante-DS-LV
<i>Dasyphyllum diacanthoides</i> (Dd)	Asteraceae	Tolerante-DS-LV
<i>Amomyrtus luma</i> (Al)	Myrtaceae	Tolerante-DS-LV
<i>Luma apiculata</i> (La)	Myrtaceae	Tolerante-DI-LV
<i>Lomatia ferruginea</i> (Lf)	Proteaceae	Tolerante-DI-CV
<i>Rhaphithamnus spinosus</i> (Rs)	Verbenaceae	Tolerante-DI-CV

(Fuente: Donoso, 2006).

LV: Larga vida; CV: Corta vida; DS: Dosel superior; DI: Dosel inferior

Cuadro 2: Media para diferentes variables estructurales por especie y sitio.

Sitio	Especies	N (árb/ha)	AB (m ² /ha)	DMC (cm)	VI (%)
Millahue	<i>Eucryphia cordifolia</i>	432	23,8	26,5	72,0
	<i>Gevuina avellana</i>	176	4,7	18,5	20,5
	<i>Laurelia sempervirens</i>	186	5,5	19,4	22,5
	<i>Laureliopsis philippiana</i>	364	12,2	20,6	46,7
	<i>Aextoxicon punctatum</i>	145	1,5	11,6	12,8
	<i>Nothofagus obliqua</i>	47	7,3	44,3	16,2
	Otras	93	1,6	14,8	9,3
	Total	1.442	56,6	22,6	
Purulón	<i>Eucryphia cordifolia</i>	872	15,3	14,9	74,7
	<i>Gevuina avellana</i>	211	2,8	12,9	15,9
	<i>Laurelia sempervirens</i>	37	0,6	14,1	3,0
	<i>Persea lingue</i>	509	15,3	19,6	58,2
	<i>Lomatia hirsuta</i>	408	8,9	16,6	38,8
	Otras	160	0,9	8,5	9,3
	Total	2.197	43,7	15,9	

DMC: diámetro medio cuadrático o el diámetro del árbol con área basal media;

VI: valor de importancia (densidad relativa + área basal relativa/2) (Cottam & Curtis, 1956).

RESULTADOS

Características del Rodal

En Millahue, las especies dominantes son de tolerancia media, con un 61 % del área basal, y las tolerantes a la sombra-DS, con un 24 % del área basal. Las especies Intolerantes-LV representan el 13 % del área basal y están compuestas por individuos de *N. obliqua* en el dosel emergente (**Cuadro 1 y 2**). Al igual que en Millahue, en Purulón las especies dominantes son las de tolerancia media, con un 50 % del área basal, y las tolerantes-DS, con un 30 % del área basal. Pero, las especies intolerantes son de corta vida (intolerantes-CV) como *Lomatia hirsuta*, *Embothrium coccineum*, *Aristotelia chilensis*, etc., las cuales representan el 20 % del área basal (**Cuadro 1 y 2**).

La extracción media en Millahue fue del 43,8 % y del 23,9 % del número de árboles y del área basal, respectivamente, con una gran variación entre parcelas. En Purulón, la extracción media fue del 41,7 % de la densidad de árboles y del 31,6 % del área basal (**Cuadro 3**).

Cuadro 3: Media y (error estándar) para el número de árboles, el área basal y el DMC antes y después del tratamiento en Millahue y Purulón.

Tratamiento		Sitios			
		Millahue		Purulón	
		Raleado	Control	Raleado	Control
Antes raleo	N (árb/ha)	1.435 (±64)	1.407 (±248)	2.683 (±149)	2.672 (±280)
	AB (m ² /ha)	52,8 (±2,2)	60,4 (±9,3)	53,7 (±3,3)	50,4 (±3,2)
	DMC (cm)	21,7 (±0,8)	23,6 (±1,0)	16 (±0,9)	15,6 (±0,6)
Después raleo	N (árb/ha)	814 (±173)	1.407 (±248)	1.563 (±135)	2.672 (±280)
	AB (m ² /ha)	39,9 (±3,3)	60,4 (±9,3)	36,7 (±3,2)	50,4 (±3,2)
	DMC (cm)	25,6 (±2,0)	23,6 (±1,0)	17,4 (±1,1)	15,6 (±0,6)
% cortado	N (árb/ha)	43,7 (±10,2)		41,7 (±2,9)	
	AB (m ² /ha)	23,8 (±8,5)		31,6 (±2,3)	

Respuesta en Crecimiento

Al analizar el incremento periódico anual total, se encontró que en ambos sitios hay evidencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$) de que el raleo aumenta el crecimiento (**Figura 2**).

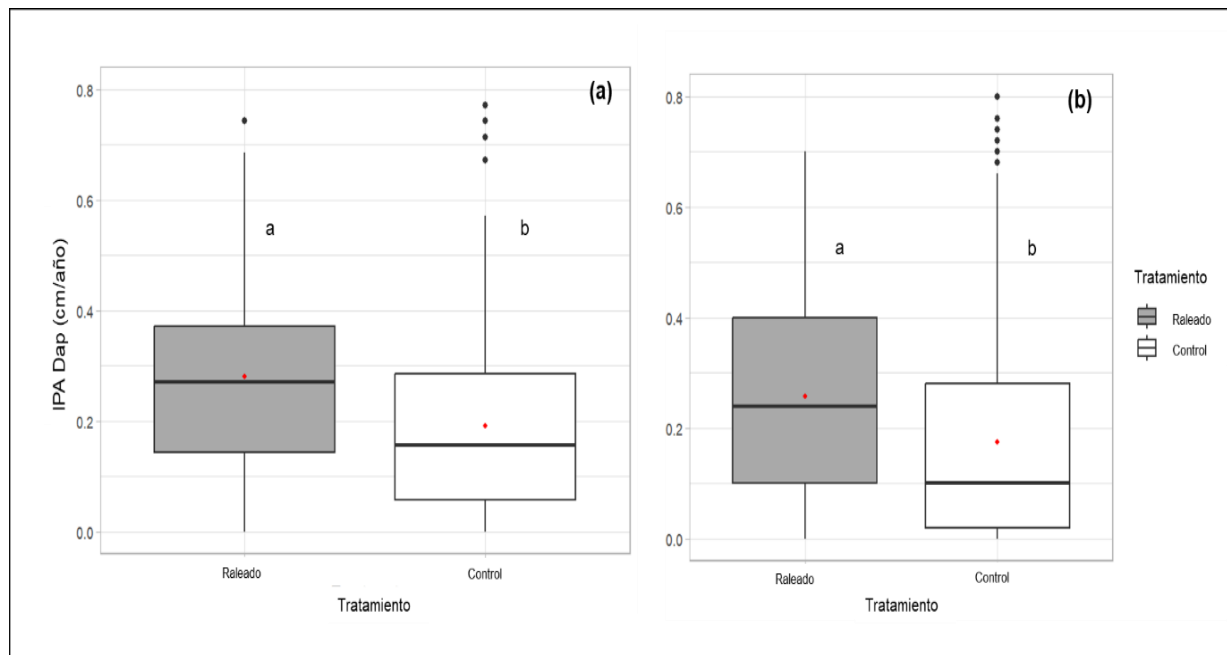


Figura 2: Incremento periódico anual (IPA, cm) total del diámetro en Millahue (a) y Purulón (b).

Al analizar las especies por grupos funcionales (**Cuadro 1**), las de tolerancia media y tolerantes-DS en Millahue mostraron incrementos significativamente mayores en las parcelas raleadas que en el control. Aunque el IPA en DAP de las especies intolerantes-LV en Millahue fue considerablemente mayor en las parcelas raleadas (0,47 frente a 0,26 cm del control), no hubo diferencias significativas (**Figura 3**). En Purulón, las especies intolerantes-CV, de tolerancia media y tolerantes-DS mostraron incrementos significativamente mayores en las parcelas raleadas (**Figura 3**).

La mayoría de las especies mostraron incrementos significativamente mayores en las parcelas raleadas. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en el IPA de *N. obliqua* (Millahue), *E. cordifolia* (Millahue y Purulón) y *L. sempervirens* (Purulón) entre las parcelas raleadas y las parcelas control (**Cuadro 4**).

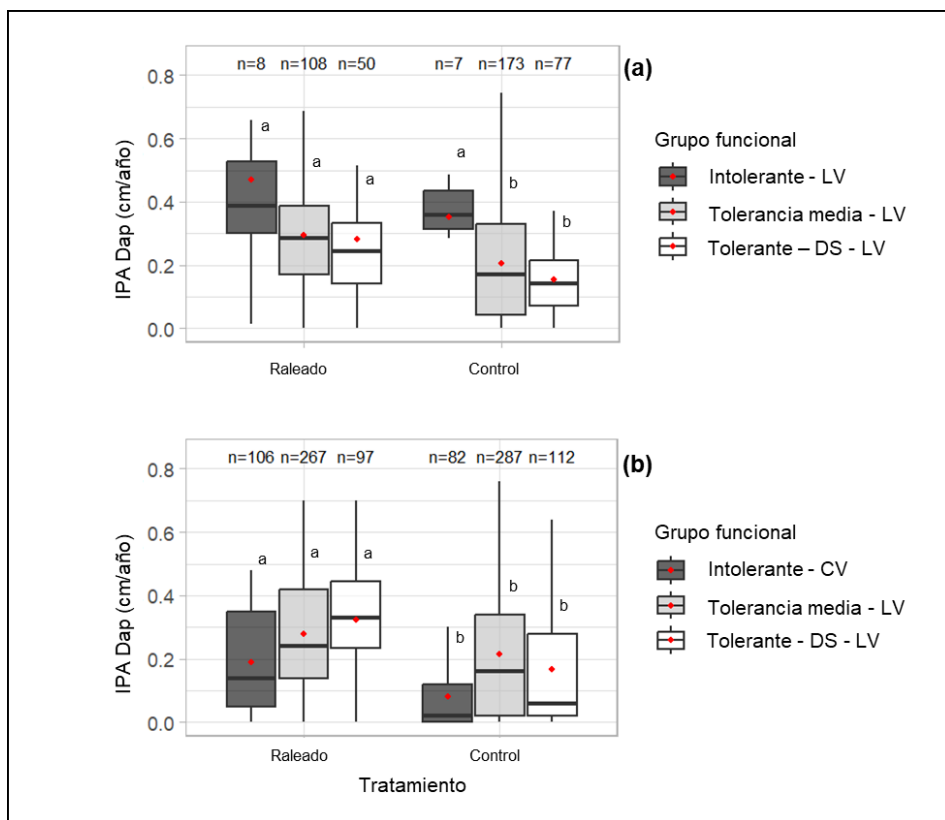


Figura 3. IPA (cm) del diámetro por grupo funcional de especies en Millahue (a) y Purulón (b). Letras diferentes dentro de cada panel para cada grupo funcional indican diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$).

Cuadro 4. Incremento Periódico Anual (\pm error estándar) para las principales especies presentes en Millahue y Purulón.

Tolerancia a la sombra	Especies	Millahue				Purulón			
		Raleado		Control		Raleado		Control	
		n	IPA (cm)	n	IPA (cm)	n	IPA (cm)	n	IPA (cm)
Intolerantes	<i>N. obliqua</i>	8	0,47(\pm 0,11)a	7	0,35(\pm 0,05)a	-	-	-	-
	<i>L. hirsuta</i>	-	-	-	-	103	0,20(\pm 0,02)a	75	0,08(\pm 0,01)b
Tolerancia media	<i>E. cordifolia</i>	70	0,31(\pm 0,02)a	73	0,34(\pm 0,02)a	219	0,31(\pm 0,01)a	172	0,32(\pm 0,02)a
	<i>G. avellana</i>	25	0,31(\pm 0,04)a	39	0,09(\pm 0,02)b	40	0,13(\pm 0,02)a	110	0,07(\pm 0,01)b
	<i>L. sempervirens</i>	11	0,24(\pm 0,04)a	57	0,13(\pm 0,02)b	8	0,25(\pm 0,08)a	15	0,19(\pm 0,05)a
	<i>L. philippiana</i>	36	0,27(\pm 0,04) a	55	0,17(\pm 0,01) b	-	-	-	-
Tolerantes	<i>A. punctatum</i>	14	0,30(\pm 0,04) a	22	0,12(\pm 0,02) b	-	-	-	-
	<i>P. lingue</i>	-	-	-	-	96	0,32(\pm 0,02)a	108	0,17(\pm 0,02)b

Letras diferentes cada sitio de estudio, indican diferencias estadísticas significativas entre las parcelas raleadas y las de control (p -value $> 0,05$).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio muestran que el raleo de selección incrementa significativamente el crecimiento diamétrico a nivel de rodal en bosques siempreverdes secundarios, tanto en Millahue como en Purulón, confirmando que la reducción de la competencia por recursos —particularmente luz— constituye una herramienta eficaz para acelerar el crecimiento individual en este tipo de formaciones forestales. Este patrón concuerda con lo reportado previamente para bosques siempreverdes secundarios del sur de Chile,

donde intervenciones silvícolas orientadas a disminuir la densidad del rodal han mostrado efectos positivos sobre el crecimiento (Navarro *et al.*, 1997; Reyes *et al.*, 2009; Navarro *et al.*, 2011).

Sin embargo, la magnitud y significancia de la respuesta al raleo varió entre grupos funcionales y especies, lo que refleja la heterogeneidad estructural y funcional característica de estos bosques. En ambos sitios, las especies de tolerancia media y las especies tolerantes a la sombra del dosel superior mostraron incrementos significativamente mayores en las parcelas raleadas, lo que sugiere que estas especies responden favorablemente a aumentos moderados en la disponibilidad de luz, sin requerir aperturas intensas del dosel. Este resultado es consistente con su estrategia ecológica, caracterizada por una alta plasticidad en el uso de recursos y una capacidad de crecimiento sostenido bajo condiciones de luz intermedia.

Sin embargo, los resultados no confirmaron la hipótesis planteada, que el raleo aumentaría el crecimiento de los individuos de *E. cordifolia*. A pesar de la reducción de la competencia y el aumento de la disponibilidad de luz tras el raleo en ambos sitios, *E. cordifolia* no mostró una respuesta en crecimiento. Este patrón sugiere que, en las condiciones evaluadas, el crecimiento diamétrico de *E. cordifolia* no estaría fuertemente limitado por la competencia, o bien que la intensidad del raleo aplicado no fue suficiente para generar un umbral de liberación capaz de traducirse en un aumento significativo del crecimiento individual. Alternativamente, es posible que la respuesta de esta especie al raleo se manifieste en escalas temporales más largas, o a través de otros atributos no evaluados en este estudio, como el crecimiento en altura, la expansión de copa o la regeneración.

La elevada capacidad de regeneración vegetativa y sexual de *E. cordifolia*, ampliamente documentada en la literatura (Escandón *et al.*, 2013; González *et al.*, 2015), podría explicar su alto valor de importancia y su dominancia estructural independientemente de las intervenciones silvícolas. En este sentido, el raleo de selección podría desempeñar un rol más relevante en la regulación de la composición del rodal y en la promoción de especies acompañantes de alto valor maderero, como *Gevuina avellana*, *Laurelia sempervirens*, *Laureliopsis philippiana* y *Persea lingue*, las cuales sí mostraron respuestas positivas claras al tratamiento.

En bosques secundarios dominados por *E. cordifolia* se han registrado tasas medias anuales de crecimiento en diámetro de 0,6 cm/año, con un rango de 0,25 a 0,78 cm/año (Navarro *et al.*, 2017). Según CONAF-UACH (2002), el raleo mecánico dio lugar a un incremento medio anual (IMA) de 0,36 cm y un IPA de 0,54 cm. Por otra parte, el raleo de selección produjo tasas de crecimiento más bajas: 0,18 cm en el IMA y 0,31 cm en el IPA. En este estudio, las tasas de crecimiento fueron similares a las observadas en el raleo de selección, tanto en las parcelas tratadas como en las de control.

E. cordifolia muestra una notable plasticidad fisiológica, que incluye la producción continua de hojas, lo que permite que las sucesivas cohortes de hojas ajusten sus rasgos fotosintéticos a las condiciones de luz predominantes, mostrando una actividad bioquímica reducida en condiciones de poca luz (Morales *et al.*, 2014). Esta plasticidad es esencial para la supervivencia en entornos de luz heterogéneos y puede influir en las respuestas a la apertura del dosel. Por otra parte, la plasticidad arquitectónica también desempeña un papel importante, especialmente a través de ajustes en la orientación de las ramas y la estructura de la copa. Estudios comparativos en especies de bosques templados de Tasmania, incluida *Eucryphia lucida*, muestran cambios en la estructura de las ramificaciones dependiendo de si se encuentran en entornos abiertos o bajo sombra (King, 1998). Estos cambios estructurales optimizan la interceptación de la luz; las copas aplanadas mejoran la captura de luz difusa bajo la sombra, mientras que los ángulos más pronunciados de las ramas aumentan la exposición a la luz solar directa. Esta flexibilidad puede contribuir a la persistencia de la especie en regímenes de luz variables y a su respuesta a las perturbaciones del dosel. A pesar de estos rasgos adaptativos, la falta de respuesta inmediata al crecimiento tras el raleo puede atribuirse a la inercia fisiológica y a las limitaciones estructurales desarrolladas bajo una sombra prolongada. Las plántulas aclimatadas a baja luminosidad muestran una capacidad fotosintética y una actividad bioquímica foliar reducidas, lo que limita su capacidad para aprovechar los aumentos repentinos de la irradiación (Morales *et al.*, 2014). Además, el retraso en el reverdecimiento tras la expansión foliar sugiere un desfase temporal entre el desarrollo morfológico y la madurez funcional. Este retraso,

combinado con el estrés potencial derivado del aumento del déficit de presión de vapor en los entornos recién expuestos, puede limitar la expansión inmediata de la copa.

Por lo tanto, es muy probable que *E. cordifolia* de prioridad a la regeneración vegetativa mediante brotes basales o epicórmicos, una estrategia observada en respuesta a perturbaciones y cambios de luz (Morales *et al.*, 2014; Escandón *et al.*, 2013). Se sabe que la especie regenera mediante brotes después de la tala o incendios, y estudios recientes sugieren que los brotes también funcionan como un mecanismo de extensión del nicho hacia micrositios más iluminados y secos. Dado que las cohortes de hojas sombreadas muestran una aclimatación limitada a los aumentos repentinos de luz, invertir en nuevos brotes puede ser una estrategia más eficaz para captar la luz que modificar la copa existente. Esta respuesta de rebrote podría retrasar u ocultar los cambios arquitectónicos en el dosel, especialmente en los individuos que anteriormente se veían suprimidos en condiciones de poca luz.

En conclusión, la plasticidad fisiológica y arquitectónica de *E. cordifolia* le permite persistir bajo regímenes de luz variables, pero también puede contribuir a respuestas retardadas o atenuadas a las perturbaciones del dosel. La dependencia de la especie de la regeneración a través de brotes epicórmicos, combinada con su lento ajuste fotosintético a los aumentos repentinos de luz, indica que la inercia estructural y funcional puede limitar las ganancias de crecimiento a corto plazo. Estas características ponen de relieve la importancia de tener en cuenta las características ecofisiológicas específicas de cada especie a la hora de diseñar intervenciones silvícolas.

Las investigaciones futuras deberían centrarse en el seguimiento a largo plazo de las respuestas al raleo de *E. cordifolia*, incluyendo la dinámica de rebrote, el desarrollo de la copa y el rendimiento fotosintético. Comprender estas estrategias de crecimiento retardadas o alternativas es esencial para perfeccionar las prácticas de manejo en los ecosistemas de bosques siempreverdes, donde esta especie desempeña un papel sucesional y ecológico clave.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiamiento del Ministerio de Agricultura al programa 'Silvicultura y manejo de ecosistemas forestales nativos', C.G. 3031141251, 2025, y a los técnicos Marco Barrientos y Rodrigo Guiñez por el levantamiento de datos en terreno.

REFERENCIAS

- AGROMET. (2018).** Boletín Nacional de Análisis de Riesgos Agroclimáticos para las Principales especies frutales, Cultivos y La Ganadería.
- Altamirano, A. & Lara, A. (2010).** Deforestación en ecosistemas templados de la precordillera andina del centro-sur de Chile. *Bosque*, 31(1): 53–64. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002010000100007>
- Bahamonde, H.A., Peri, P.L., Monelos, L.H. & Martínez Pastur, G. (2011).** Aspectos ecológicos de la regeneración por semillas en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* en Patagonia Sur, Argentina. *Bosque*, 32(1): 20–29. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002011000100003>
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). (2003).** Estudio Agrológico X Región. Descripciones de suelos: Materiales y Símbolos. Santiago.
- CONAF-UACH. (2002).** Investigación en bosques nativos de Chile 23 p.
- Cottam, G. & Curtis, J.T. (1956).** The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37(3): 451–460. <https://doi.org/10.2307/1930167>
- Diaconis, P. & Efron, B. (1983).** Computer-intensive methods in statistics. *Scientific American*, 248(5):, 116–130. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0583-116>

- Donoso, C., Lara, A., Escobar, B., & Premoli, A. (1998).** Bosques templados de Chile y Argentina: variación, estructura y dinámica. Editorial Universitaria.
- Donoso, C. (2006).** Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología. Marisa Cúneo Ediciones. Valdivia, Chile.
- Donoso, P. & Navarro, C. (2022).** Silvicultura y manejo de bosques nativos. Ecología aplicada para la conservación de ecosistemas forestales. Editorial Universitaria. Santiago. 509 p.
- Donoso, P. J. & Promis, A. (Eds.). (2013).** Silvicultura en bosques nativos: Avances en la investigación en Chile, Argentina y Nueva Zelanda. Marisa Cuneo Ediciones. <https://doi.org/10.34720/g641-sh17>
- Donoso, P.J., Schlegel Heldt, B.C., Salas-Eljatib, C., & Donoso, C. (2019).** Development of 26-year-old mixed forests following different regeneration cutting treatments in Andean temperate rainforests of south-central Chile. *Forest Ecology and Management*, 432, 686–693. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.004>
- Donoso, P.J., Promis, A., Loguercio, G.A., Attis Beltrán, H., Caselli, M., Chauchard, L. M., Cruz, G. et al. (2022).** Silviculture of South American temperate native forests. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 52, 2. <https://doi.org/10.33494/nzjfs522022x173x173x>
- Echeverría, D.C., von Müller, A.R., Hansen, N.E., & Bava, J.O. (2014).** Efecto del ramoneo bovino en renovales de *Nothofagus antarctica* en Chubut, Argentina, en relación con la carga ganadera y la altura de las plantas. *Bosque*, 35(3): 357–368. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002014000300010>
- Echeverría, C., Coomes, D., Salas, J.M., Rey-Benayas, J.M., Lara, A. & Newton, A. (2006).** Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forests. *Biological Conservation*, 130(4): 481–494. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.01.017>
- Echeverría, C., Coomes, D.A., Hall, M. & Newton, A.C. (2008).** Spatially explicit models to analyze forest loss and fragmentation between 1976 and 2020 in southern Chile. *Ecological Modelling*, 212, 439–449. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2007.10.045>
- Escandón, A.B., Paula, S., Rojas, R., Corcuera, L.J. & Coopman, R.E. (2013).** Sprouting extends the regeneration niche in temperate rain forests: The case of the long-lived tree *Eucryphia cordifolia*. *Forest Ecology and Management*, 310, 321–326. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.08.046>
- Escobar, B., Estades, C.F. & Vukasovic, M.A. (2006).** Información sobre regeneración y comportamiento ecológico de especies arbóreas en bosques templados de Chile.
- González, M.E., Szejner, P., Donoso, P.J., & Salas, C. (2015).** Fire, logging and establishment patterns of second-growth forests in south-central Chile: Implications for their management and restoration. *Ciencia e Investigación Agraria*, 42(3): 415–425. <https://doi.org/10.4067/S0718-16202015000300011>
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (1989).** Zonificación agroclimática de Chile.
- King, D. A. (1998).** Relationship between crown architecture and branch orientation in rain forest trees. *Annals of Botany*, 82(1): 1–7. <https://doi.org/10.1006/anbo.1998.0638>
- Lara, A., Echeverría, C. & Reyes, R. (2002).** Bosques nativos. En Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile (Eds.), Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile 2002 (pp. 127–160). Universidad de Chile.
- Lara, A., Reyes, R., & Urrutia-Jalabert, R. (2013).** Bosques nativos. En Informe País: Estado del medio ambiente en Chile. Centro de Análisis de Políticas Públicas, Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile.
- Loguercio, G. A., Donoso, P. J., Müller-Using, S., Dezzotti, A., Urretavizcaya, M. F., Navarro, C. O., Martín, M., et al. (2018).** Silviculture of temperate mixed forests from South America. En: Bravo-Oviedo, A., Pretzsch, H. & del Río, M. (Eds.). Dynamics, silviculture and management of mixed forests (pp. 300–320). Springer.
- Morales, L.V., Coopman, R.E., Rojas, R., Escandón, A.B., Flexas, J., Galmés, J., ... & Corcuera, L. J. (2014).** Acclimation of leaf cohorts expanded under light and water stresses: an adaptive mechanism of *Eucryphia cordifolia* to face changes in climatic conditions? *Tree Physiology*, 34(12): 1305-1320. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpu085>

- Navarro, C., Donoso, C., Sandoval, V. & González, C. (1997).** Evaluación de raleos en un bosque secundario de canelo (*Drimys winteri* (Forst.)) en la Cordillera de la Costa de Valdivia, Chile. *Bosque*, 18(2): 51–67. <https://doi.org/10.4206/bosque.1997.v18n2-06>
- Navarro, C., Pinares, J., Donoso, P.J. & Salas, C. (2017).** Diagrama de manejo de la densidad en bosques secundarios de canelo (*Drimys winteri*) [Manual técnico]. Proyecto Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN 038/2014), Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile.
- Navarro, C., Donoso, C. & Sandoval, V. (1999).** Los renovales de canelo. En: Donoso, C. & Lara, A. (Eds.). *Silvicultura de los bosques nativos de Chile* (pp. 341–377). Editorial Universitaria, Santiago.
- Navarro Cárcamo, C., Herrera, M.A., Drake Aranda, F. & Donoso, P.J. (2010).** Evaluación de la rentabilidad del manejo en bosques secundarios de canelo (*Drimys winteri*) en la Cordillera de la Costa de Valdivia, Chile. *Bosque*, 31(3): 209–218. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002010000300005>
- Navarro Cárcamo, C., Herrera, M.A., Drake Aranda, F. & Donoso, P.J. (2011).** Diagrama de manejo de densidad y su aplicación a raleo en bosques de segundo crecimiento de *Drimys winteri* en el sur de Chile. *Bosque*, 32(2): 175–186. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002011000200008>
- Reyes, R., Donoso, P.J., Donoso, C. & Navarro, C. (2009).** Growth of *Drimys winteri* secondary forest stands following 16 years after thinning in the Andean and Coastal Ranges of Chile. *Bosque*, 30(3): 117–126. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002009000300001>
- Veblen, T.T., & Alaback, P.B. (1995).** A comparative review of forest dynamics and disturbance in the temperate rainforests in North and South America. In: Lawford, R., Alaback, P., Fuentes, E.R. (Eds.), *High latitude rain forests and associated ecosystems of the west coast of the Americas: Climate, hydrology, ecology and conservation*. Springer-Verlag, New York, pp. 173–213. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3970-3_9
- Veblen, T.T., & Ashton, D. H. (1978).** Catastrophic influences on the vegetation of the Valdivian Andes, Chile. *Vegetatio*, 36(3): 149–167. <https://doi.org/10.1007/BF02342598>
- Veblen, T.T., Donoso, C., Kitzberger, T. & Rebertus, A.J. (1996).** Ecology of southern Chilean and Argentinean Nothofagus forests. En: Veblen, T.T., Hill, R.S. & Read, J. (Eds.). *The ecology and biogeography of Nothofagus forests* (pp. 293–353). Yale University Press.
- Zamorano-Elgueta, C., Cayuela, L., Rey-Benayas, J.M., Donoso, P.J., Geneletti, D. & Hobbs, R. (2014).** The differential influences of human-induced disturbances on tree regeneration community: A landscape approach. *Ecosphere*, 5(7): 1–17. <https://doi.org/10.1890/ES14-00003.1>