



El manejo de renovales de Roble-Raulí-Coihue en una resumida mirada

ESTADÍSTICAS E INVESTIGACIONES EN CURSO





INFOR

INSTITUTO FORESTAL

Sucre 2397 Ñuñoa, Santiago, Chile

F. 223667115

www.infor.cl

ISBN versión impresa: 978-956-318-191-3

ISBN versión digital: 978-956-318-192-0

Registro Propiedad Intelectual N° 2021-A-3237

Se autoriza la reproducción parcial de esta publicación siempre y cuando se efectúe la cita correspondiente:

Müller-Using, Sabine (ed.) 2020. El Manejo de Renovales de Roble-Raulí-Coihue en una Resumida Mirada: Estadísticas e investigaciones en curso. Instituto Forestal, Chile. Informe Técnico.

Edición y diseño: **Recrea** Servicios editoriales y educativos Ltda

Las fotografías e imágenes incorporadas en tapas o texto de la presente publicación provienen de archivo institucional o fueron obtenidas o elaboradas durante el desarrollo de las actividades del trabajo que origina esta publicación.

El manejo de renovales de Roble-Raulí-Coihue en una resumida mirada

Sabine Müller-Using - Editora

ESTADÍSTICAS E INVESTIGACIONES EN CURSO

INSTITUTO FORESTAL 2020



ÍNDICE

PRÓLOGO	4
ECOSISTEMAS DOMINADOS POR <i>NOTHOEAGUS</i> – TIPO FORESTAL ROBLE-RAULÍ-COIHUE.	
Bastienne Schlegel y Yasna Rojas (INFOR)	6
Origen e historia asociada al uso y manejo de los ecosistemas dominados por roble, raulí y coihue	7
Rol de los renovales de Roble-Raulí-Coihue en la provisión de bienes y servicios	9
Importancia del uso dendroenergético de la madera de roble.	11
Factores vinculados a la gestión y el manejo	16
SILVICULTURA EN RENOVALES DE ROBLE-RAULÍ-COIHUE	
ESTADÍSTICAS E INVESTIGACIONES RECIENTES	18
Planes de manejo en bosques de Roble-Raulí-Coihue. Juan Carlos Pinilla, Karina Luengo, Mauricio Navarrete (INFOR)	19
Cortas intermedias: efecto del manejo en el crecimiento de renovales. Marjorie Martin (INFOR)	25
Cortas intermedias y agregación de valor. Yasna Rojas (INFOR)	33
Cortas de regeneración: resultados de evaluación de la regeneración en fajas. Bernardo Pilquinao (INFOR)	37
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	
Enrique Villalobos (INFOR)	50
REFERENCIAS	54



PRÓLOGO



Los bosques secundarios o renovales dominados por las especies del género de *Nothofagus*, especialmente los pertenecientes al tipo forestal Roble-Raulí-Coihue, tienen una gran importancia en los paisajes de las regiones de Biobío a Los Ríos y representan un importante recurso natural y renovable de nuestro país.

A través de un manejo forestal sostenible, estos bosques pueden contribuir sustancialmente al bienestar humano, a las economías locales y a la mantención de la integridad de la naturaleza.

En el presente documento se resumen, en la primera parte, sus diversas funciones ecosistémicas, entre ellas, su gran rol de producción renovable de madera. En la segunda, se entregan cifras y antecedentes relacionados con su actual manejo, incluyendo estudios recientes sobre su rol productivo y su regeneración.

Este trabajo se realizó para ofrecer al lector información relevante que pueda apoyar una buena gestión de estos bosques basándose en datos concretos, estudios y análisis.

Esperamos sea de interés tanto para tomadores de decisión, como para gremios, propietarios de bosque e interesados en el tema. El fin es aportar a que estos abundantes bosques puedan, bajo un verdadero manejo forestal sostenible, desplegar su pleno potencial y ser así una fuente de bienestar e integridad en las regiones en donde se encuentran.

INFOR y los autores esperan que este documento técnico sea de interés tanto para tomadores de decisión como para gremios, profesionales del sector público y del sector privado, propietarios de bosque e interesados en el tema.

Fernando Raga Castellanos

Director Ejecutivo

Instituto Forestal

A photograph of a forest landscape. In the foreground, two tall, slender tree trunks with light-colored, textured bark stand prominently. The background is filled with a dense canopy of green trees, some with bare branches visible. The ground is covered with brown, fallen leaves and some green undergrowth. The overall scene is a natural, undisturbed forest environment.

**ECOSISTEMAS
DOMINADOS POR
NOTHOFAGUS – TIPO
FORESTAL ROBLE-
RAULÍ-COIHUE**

ORIGEN E HISTORIA ASOCIADA AL USO Y MANEJO
DE LOS ECOSISTEMAS DOMINADOS POR ROBLE,
RAULÍ Y COIHUE

Los bosques nativos del centro-sur de Chile reflejan la huella de la interacción histórica entre el ser humano y la naturaleza (Gastó, 1979; Donoso, 1981). Desde la época prehispánica, hasta una más reciente, como la colonización, los bosques nativos, además de haber sido impactados por alteraciones naturales (Veblen, 1985), han sido modelados por cambios sociales, económicos, políticos y culturales (Otero, 2006). Es así como la colonización de tierras a finales del siglo XIX y las políticas de desarrollo implementadas en las primeras décadas del siglo XX promovieron la ampliación de la frontera agropecuaria (Figura 1), eliminando una gran superficie de bosques nativos a través del fuego (Elizalde Mac-Clure, 1971; Otero, 2006). Posteriormente, tras el abandono de los terrenos utilizados para actividades agropecuarias —proceso ocurrido principalmente en la década de los 60—, se regeneraron en forma masiva bosques de segundo crecimiento, convirtiéndose en lo que comúnmente se conoce como los renovales (Otero, 2006).



Figura 1. Ampliación de la frontera agropecuaria a través del fuego.

Estos bosques de segundo crecimiento o renovales corresponden a ecosistemas en un estado de desarrollo incipiente de la sucesión forestal y se constituyen en una nueva y renovada masa boscosa en la que dominan especies arbóreas pioneras que logran establecerse en lugares abiertos. Entre las especies que conforman los renovales destacan las del género *Nothofagus*, como el roble (*Nothofagus obliqua*), el raulí (*Nothofagus alpina*) y el coihue (*Nothofagus dombeyi*), cuya presencia y dominancia están asociadas a las particularidades de los territorios (sitios). Estas forman bosques puros o mixtos junto con otras especies que logran establecerse en condiciones de protección (especies tolerantes a la sombra), como, por ejemplo, el laurel (*Laurelia sempervirens*), el lingue (*Persea lingue*) y el avellano (*Gevuina avellana*). En zonas bajas del valle central dominan renovales puros de roble, y en terrenos más húmedos domina el coihue.

A medida que aumenta la altitud, ambas especies comienzan a mezclarse con raulí, y esta logra establecerse en forma natural (Donoso, 1981).

La importancia de estos ecosistemas en relación con la superficie total de bosque nativo en las diferentes regiones de su área de distribución se muestra en la Figura 2.

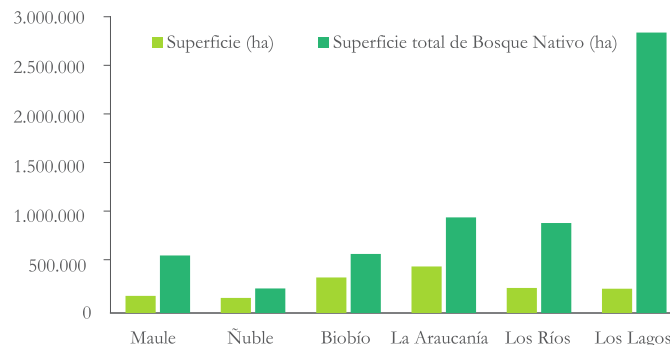


Figura 2. Superficie del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue en relación con el total de bosque nativo según región.

Por las características que poseen estos renovales, que se detallarán más adelante, estos bosques son considerados de alto interés para el desarrollo de la actividad forestal con fines madereros (Fierro, 1998). Sin embargo, una limitante para su desarrollo es que, al igual que el resto de los bosques nativos, estos renovales no han sido manejados con criterios silvícolas de largo plazo, es decir, no se ha considerado el ciclo completo de desarrollo del bosque y los productos asociados. Además, han sido intervenidos a través de cortas selectivas (floreos) o en forma desmedida, lo que disminuye la calidad de los bosques residuales y la capacidad productiva de los sitios (Emanueli, 2006; Araya, 2011; Müller-Using *et al.*, 2012). A lo anterior se suma el uso ganadero del bosque, lo que, dependiendo de la cantidad de animales, estaría generando un impacto negativo en la regeneración (Vergara *et al.*, 2019) y sería incompatible con un manejo forestal sustentable (Reyes, 2020).

Dada la preocupación respecto al manejo y conservación de los bosques nativos, entre los años 1996 y 2007 el proyecto realizado por la cooperación alemana (DED-GTZ) puso su foco en el manejo de renovales de Roble-Raulí-Coihue, incluyendo la extensión forestal hacia pequeños y medianos productores (Conaf *et al.* 1999; Lara *et al.*, 2010). Este proyecto permitió adquirir experiencia para acompañar los programas de manejo





asociados a la Ley 20.283 para la recuperación y manejo del bosque nativo publicada el año 2008, en la cual el Estado diseñó una serie de incentivos para actividades asociadas a la mantención de la diversidad biológica, la obtención de productos forestales no madereros y producción de madera, literales A, B y C, respectivamente, Art. 22, Ley 20.283.

Es importante mencionar que las bonificaciones se han concentrado en este último literal siguiendo una alternativa silvícola vinculada a cortas intermedias, comúnmente conocidas como raleos (AIFBN, 2012). No obstante, tanto los programas asociados a la cooperación alemana, como los de la Ley de Bosque Nativo, requieren ser evaluados en relación con el impacto en términos silvícolas en el desarrollo del bosque y su capacidad para proveer bienes y servicios.

Actualmente, los renovales son el foco del manejo sustentable con fines de producción de bienes de alto valor que forman parte de las metas propuestas por la Política Forestal de Chile 2015-2035, la cual propone incorporar un millón de hectáreas de bosques nativos al manejo sustentable.

ROL DE LOS RENOVALES DE ROBLE-RAULÍ-COIHUE EN LA PROVISIÓN DE BIENES Y SERVICIOS

Los renovales son considerados de gran interés desde el punto de vista productivo (Donoso, 1993), siendo la cosecha y venta de madera el beneficio que comúnmente destaca en la visión tradicional sobre el uso de estos bosques. Lo anterior se ve reflejado en una gran cantidad de estudios asociados a tratamientos silvícolas, los cuales ponen énfasis en un objetivo maderero del bosque (Müller-Using *et al.*, 2012; Donoso *et al.*, 2014). Sin embargo, el manejo sustentable debe propender a maximizar la oferta de bienes y servicios, ya sea a escala de rodal o de paisaje (Rojas *et al.*, 2010; Donoso *et al.*, 2018). Esta última concepción sobre los objetivos de uso y valoración del bosque tiene una fuerte base en la multifuncionalidad de estos (Schlegel *et al.*, 2020), visualizándose, por lo tanto, otros beneficios para sus propietarios y la sociedad en general.

Según los datos del
Inventario Nacional Forestal
del 2015-2016, el crecimiento
de los renovales de Roble-
Raulí-Coihue aporta
15,3 millones de metros
cúbicos de madera anuales.

BIENES Y SERVICIOS ASOCIADOS A LAS FUNCIONES QUE PROVEEN LOS RENOVALES

Provisión de madera: La cosecha y venta de madera es un aporte a las economías familiares campesinas y entrega beneficios económicos directos a los medianos y grandes propietarios forestales. La venta de madera permite el funcionamiento de cadenas productivas asociadas a su transformación. La madera en trozos de las especies coihue, roble y raulí son las más comercializadas para la industria del aserrío (Figura 3), y su elaboración en forma de tablas, tablones, basas o cuarterones tiene diferentes usos en el sector de la construcción y la fabricación de muebles, chapas y fibras (López y Fuenzalida, 1998).

Provisión de dendroenergía (leña): La cosecha de una buena parte de los árboles que forman los renovales es destinada a la producción de leña para la calefacción y cocina de muchas ciudades y poblados del centro sur de Chile. Se estima que entre un 70-80 % de la biomasa (troncos y ramas) producto de las intervenciones silvícolas se destina a leña (Avilés, 1993). Dependiendo de una serie de factores asociados a las características de los renovales y condiciones del mercado de la madera, la producción de dendroenergía representa una alternativa energética renovable en el largo plazo (Altamirano *et al.*, 2015). Aunque el manejo silvícola se enfoque en madera de alto valor, siempre se generan también calidades menores que se puedan destinar a la dendroenergía (Figura 5).



Figura 3. Producción de madera aserrable (Fundo Arquihue).

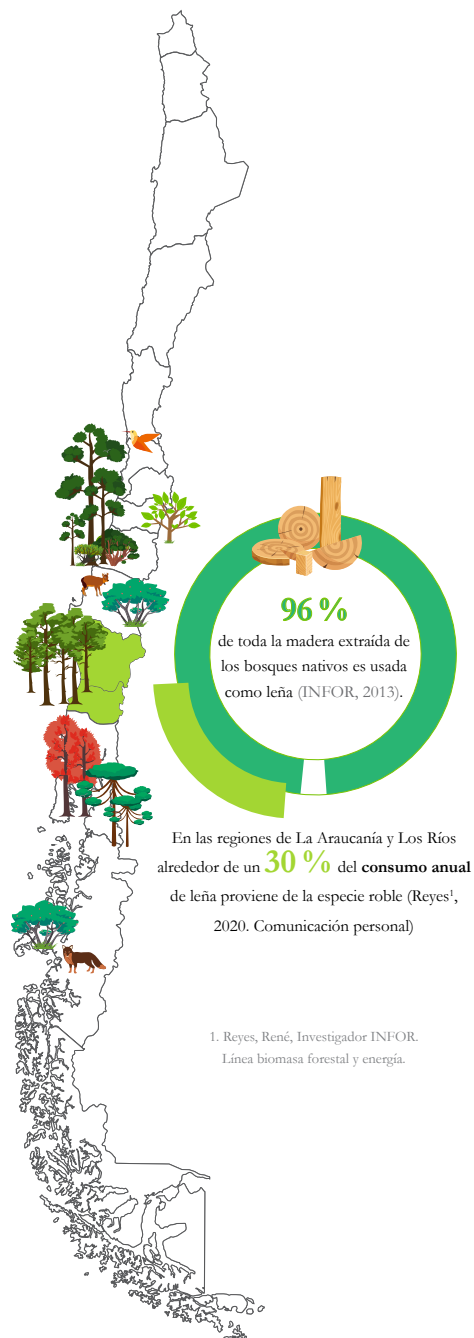


Figura 4. Importancia del uso dendroenergético de la madera de roble.



Figura 5. Leña como producto de calidad inferior derivada del manejo de renovales de roble.

Provisión de productos forestales no madereros

(PFNM): Los renovales de Roble-Raulí-Coihue proveen diversos tipos de hongos, como digüñes, changles, gargales y loyos, entre otros, los cuales son una fuente de alimento e ingreso en las economías familiares campesinas (Valdebenito *et al.*, 2003; Zúñiga, 2013). Si bien el valor de venta de estos hongos fluctúa entre \$4.000 y \$5.000/kg, aún no se conoce el valor económico que aportarían los renovales a la producción de PFNM, así tampoco el efecto del manejo silvicultural en los niveles de producción. Sin embargo, estudios desarrollados en bosques de Europa dan cuenta que intervenciones moderadas de bosques incrementan la cantidad de hongos comestibles, como *Boletus edulis* (Salerni and Perini, 2004; Tahvanainen *et al.*, 2018).

Lo anterior indica la importancia de la silvicultura en la entrada de luz al piso del bosque, ya que favorece la productividad de hongos, hábitats de vertebrados, invertebrados, diversidad de microbios, plantas medicinales, fibras, entre otros.

Productos forestales no madereros en renovales de Roble-Raulí-Coihue



HONGOS COMESTIBLES

- » *Butyriboletus loyo* **Loyo** (Hongo ectomicorrícico asociado a las raíces de roble, coihue).
- » *Ramaria* spp. **Changles** (Hongo asociado a las raíces de roble, coihue, raulí).
- » *Cyttaria espinosae* **Diweñe** (hongo parásito que crece en las ramas de los robles).
- » *Grifola gargal* **Gargal** (Hongo descomponedor de madera muerta de roble y coihue).

FRUTOS Y OTROS PRODUCTOS COMESTIBLES

- » *Ugni molinae* **Murta**. (Arbusto cuyos frutos son comestibles).
- » *Ribes magellanicum* **Zarzaparrilla**. (Arbusto cuyos frutos son comestibles).
- » *Greigia sphacelata* **Chupón**. (Arbusto cuyos frutos son comestibles).
- » *Lapageria rosea* **Copihüe**. (Enredadera cuyos frutos son comestibles).
- » *Gervina avellana* **Avellana**. (Árbol cuyos frutos son comestibles).
- » *Aristotelia chilensis* **Maqui**. (Árbol cuyos frutos son comestibles).
- » *Chusquea quila* **Quila**. (Arbusto cuyos brotes son comestibles. Su brote se denomina huilo).

FIBRAS VEGETALES DE USO ARTESANAL

- » *Greigia sphacelata* **Chupón** (Planta bromeliácea cuyas hojas se usan para elaborar cestería: Pilwa. Crece en el sotobosque, en bosques de roble en estado de latizal alto).
- » *Cissus striata* **Voqui Negro** (Planta que trepa los fustes de roble en estado de latizal bajo y alto).
- » *Boquila trifoliolata* **Pil-Pil Voqui** (Planta que trepa fustes de roble en estado de monte bravo alto a latizal bajo).
- » *Chusquea quila* **Quila** (Sus tallos se usan para elaborar canastos que se sellan con hojas de chupón).

ESPECIES TINTÓREAS

- » *Nothofagus obliqua* **Roble**. (Su corteza se usa para teñir lana de oveja).
- » *Usnea* spp. **Barba de viejo** (Liquen que se usa para teñir de color naranja la lana de oveja).
- » *Lomatia hirsuta* **Radal**. (Sus hojas tiñen de verde la lana de oveja y con la corteza da un color gris).
- » *Aristotelia chilensis* **Maqui**. (Sus hojas tiñen de verde la lana de oveja).
- » *Embotrium coccineum* **Notro** (Sus semillas y flores se usan para teñir la lana de color amarillo y rojizo, respectivamente).
- » *Laurelia sempervirens* **Laurel** (Sus hojas se usan para teñir la lana de oveja de una tonalidad verde amarillenta).

Provisión de agua y regulación del ciclo hídrico:

Es reconocido el rol de los bosques nativos en la regulación del ciclo del agua en distintas escalas espaciales (Little y Lara, 2010). Respecto a los renovales y su manejo, se ha comprobado que las intervenciones que disminuyen la cantidad de árboles en un rodal tienen un efecto directo en la cantidad de agua que llega al suelo del bosque y que se almacena en este. Cuando los renovales abarcan una proporción importante del área de una cuenca hidrográfica, la aplicación de raleos permitiría incrementar los caudales anuales y especialmente los que se producen en la época de verano (Lara *et al.*, 2009). Esta consideración puede ser importante cuando, además de obtención de madera, se incorporan como objetivos silvícolas la regulación de caudales, el control de la erosión del suelo, la provisión de hábitats acuáticos o incremento de agua para consumo humano, entre otros beneficios asociados a la regulación del ciclo del agua. En el Cuadro 1 se muestra un ejemplo del efecto del bosque en la disponibilidad de agua.

Cuadro 1. Efecto de renovales de roble y raulí con manejo y sin él en la disponibilidad de agua.

MANEJO	ÁREA (HA)	ESCORRENTÍA TOTAL POR ESTACIÓN (MM)			
		OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO
Bosque sin manejar	7,4	1.020	1.000	560	100
Bosque manejado*	12,6	1.210	1.190	670	150

MANEJO	ÁREA (HA)	CAUDAL BASE TOTAL POR ESTACIÓN (MM)			
		OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO
Bosque sin manejar	7,4	400	440	240	60
Bosque manejado*	12,6	460	550	300	80

Fuente: Lara *et al.* (2009) *35 % del área basal fue extraída.



Captura de carbono: Es de conocimiento el rol protagonista de los bosques en la captura de carbono (medido en toneladas de dióxido de carbono equivalentes: tCO_2e) desde la atmósfera. A partir de la información de crecimiento del Inventario Forestal Nacional de INFOR, se estima que los renovales de Roble-Raulí-Coihue pueden secuestrar entre 7,7 y 14,3 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}/\text{año}$ en biomasa aérea y radicular, dependiendo de la etapa de crecimiento en la que se encuentren (MMA, 2019). Cuando se aplican actividades silvícolas asociadas a la recuperación de bosques degradados de Roble-Raulí-Coihue que consideran limpia, cercado y plantación suplementaria, la captura alcanza valores aún mayores. Para estos casos se ha estimado una captura neta de carbono para la biomasa aérea y radicular de 17,1 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}$ para un horizonte de 20 años (Bahamóndez *et al.*, 2010; INFOR – INIA, 2014).

Cuando el manejo está orientado a la producción de bioenergía, es solo a través de las cortas intermedias que se genera un beneficio debido al desplazamiento de emisiones de combustibles fósiles. Esto significa que por el uso de la madera como material renovable que fija carbono, no se queman combustibles fósiles que no son renovables y solo liberarían carbono. Este potencial de captura neta en un período de crecimiento de 20 años es de 3,99 $\text{tCO}_2\text{e}/\text{ha}$ (Bahamóndez *et al.*, 2010).



Los renovales de Roble-Raulí-Coihue capturan **18.774** kt CO₂e/año.

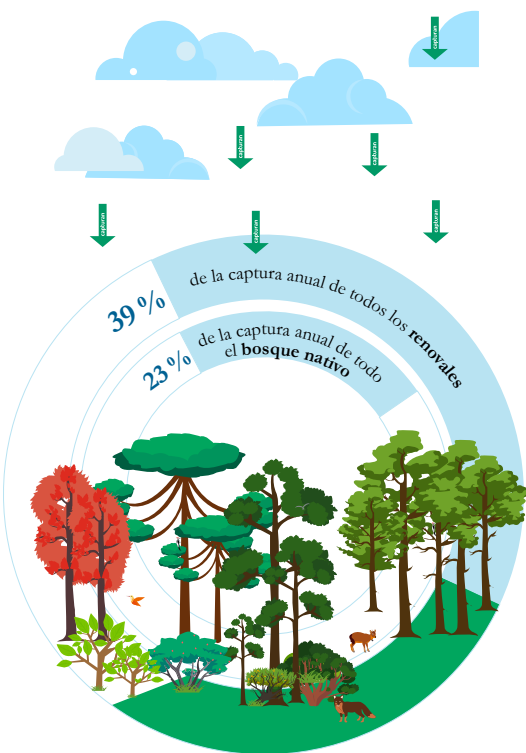


Figura 6. El rol de los renovales del Roble-Raulí-Coihue para mitigar los efectos del cambio climático.

Belleza escénica: A escala de paisaje, los renovales se presentan como un conjunto de bosquetes o mosaicos, muchas veces de difícil separación respecto a la diversidad de composición, estructura y funciones (Figura 6). En general, el manejo de bosques se considera como una herramienta para diversificar el paisaje, lo que conduce a diferentes estructuras y combinación de especies. Estas dependen de los objetivos de producción y uso, y proporcionan paisajes heterogéneos con matices que proveen oportunidades económicas (Rojas y Solana, 2008) recreativas y espirituales (Dey *et al.*, 2019).

El manejo a través de los raleos, que consiste en entresacar una proporción de los árboles, permite abrir el bosque y mejorar su visibilidad interior y perspectiva, con lo cual se puede apreciar de mejor forma su arquitectura (Otero, 2010). A lo anterior se suma un efecto positivo en la diversidad biológica, como puede ser el incremento del número y frecuencia de avistamiento de aves (Lara *et al.*, 2006).

A pesar de que los renovales son ecosistemas relativamente simples y con frecuencia altamente influenciados por el ser humano, albergan una importante diversidad de especies. Un ejemplo para esta diversidad la entregan Müller-Using *et al.* (2008) para los renovales de la comuna de Lanco. Aún mayor es la biodiversidad arbórea en la nueva generación de bosque. En el Cuadro 2 se muestra la cantidad de especies e índice de diversidad en las regiones del Biobío a Los Ríos.

Cuadro 2. Índices de biodiversidad y riqueza de especies en los distintos estratos de altura de la regeneración de renovales de Roble-Raulí-Coihue.

REGIONES	ÍNDICES	ESTRATO 1 0-50 CM	ESTRATO 2 50-100CM	ESTRATO 3 100-130 CM	ESTRATO 4 >130 CM	TOTAL
Biobío	Shanon	1,94	2,44	2,59	2,47	2,27
	Nº especies	29	21	20	18	31
La Araucanía	Shanon	2,70	2,78	2,72	2,53	2,81
	Nº especies	36	26	24	21	37
Los Ríos	Shanon	2,78	2,65	2,43	2,93	2,86

(Fuente: Müller-Using *et al.*, 2013)

Los renovales de Roble-Raulí-Coihue de la comuna de Lanco albergan 26 especies arbóreas según Müller-Using *et al.* (2008).

Aspectos normativos: La legislación forestal hace posible la intervención de estos bosques bajo la denominación de cortas aplicables al tipo forestal Roble-Raulí-Coihue.

En renovales se permiten las cortas intermedias, ya que su principal objetivo es regular la estructura del bosque concentrando el crecimiento en los árboles residuales. Este tipo de corta ha sido objeto de programas especiales por parte de la Corporación Nacional Forestal, así como por las normas de manejo creadas el año 1994, que intentan facilitar y mejorar el manejo de estos bosques y promover una estructura y composición que posibilite incrementar su productividad y aprovechamiento económico (Lara *et al.*, 1999). A partir de 2017, se introduce una modificación que incorpora la posibilidad de aplicar cortas finales en bosques en estados de latizal alto, permitiéndose, de acuerdo con el Reglamento Técnico del DL 701 (D.S. N° 259 de 1980), el uso de los métodos de tala rasa, árbol semillero, protección y corta selectiva (FIA, 2011).

Potencial de sitio/zonas de crecimiento: Los renovales generalmente crecen en suelos de buena fertilidad y una condición climática que permite altas tasas de crecimiento. En su rango de distribución natural se han propuesto 4 zonas de crecimiento, con promedios de 12,6 m³/ha/año y 10,4 m³/ha/año para roble y raulí, respectivamente, en las mejores de ellas. (Donoso *et al.*, 1993). Para coihue, Esse *et al.* (2007) definieron tres sitios, siendo el de mayor productividad el ubicado en los faldeos de exposición sur entre los 600 y 800 m s. n. m. y los otros dos entre los 800 y 1.600 m s. n. m.

Superficie y accesibilidad: Los renovales de Roble-Raulí-Coihue abarcan una superficie de 1.654.880,10 hectáreas (Simef, 2020), concentrados principalmente entre las regiones de Ñuble y Los Ríos, de los cuales el 75 % (aproximadamente 823 mil hectáreas) presenta un potencial productivo y factibilidad de ser manejado (Büchner *et al.*, 2020). La mayoría de estos renovales se encuentran en zonas que son accesibles por caminos (Salas *et al.*, 2016), a distancias de cursos de agua y en rangos de pendiente que permiten la aplicación de sistemas silviculturales con distintos objetivos de manejo.



Figura 7. Renovales de roble formando parte del paisaje del sur de Chile.

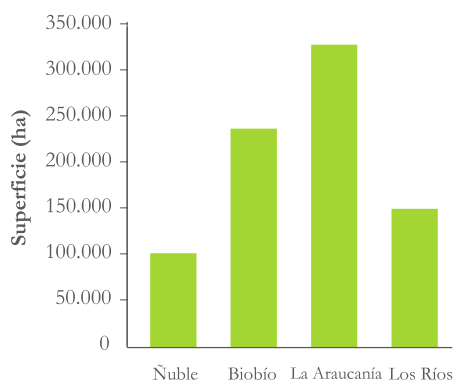


Figura 8. Superficie disponible con potencial para manejo por región. (Fuente: Büchner *et al.* 2020)

Economía: Los renovales del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue se distinguen dentro del bosque nativo chileno por tener el mayor potencial productivo maderero, dadas sus mayores tasas de crecimiento, y presentan mejores calidades madereras (Donoso *et al.*, 1993). Estos bosques naturales responden bien al manejo forestal, y las especies de *Nothofagus* que lo componen son de gran importancia económica, por lo cual se convierten en un recurso atractivo para gestionar (Rojas, 2010).



La madera de estas especies, principalmente roble y raulí, es reconocida por su buena calidad para la construcción y para madera de alto valor. Además, existe un mercado activo de leña certificada al que es posible llegar con buenos precios para aprovechar así el producto que no puede ser destinado a los usos de mayor valor. El potencial silvícola del bosque depende principalmente de su nivel de densidad, de la calidad, de la composición de especies y de la estructura. Tomando esto en consideración, se tienen distintos puntos de partida para manejar el bosque. De acuerdo a esto, se determinó una buena rentabilidad económica de tres opciones de manejo para las siguientes situaciones: renovales puros de *Nothofagus*, renovales con participación de especies tolerantes y, por último, renovales que están degradados, con valores económicos de entre 3.364 USD/ha y 1.047 USD/ha. Si bien la rentabilidad económica podría estar asegurada al existir buenos precios para el producto leña, es necesario proyectar con los manejos silvícolas hacia productos de más alto valor que permitan en el largo plazo mejorar la calidad de los bosques y, en consecuencia, la rentabilidad de estos (Rojas *et al.*, 2013).

The background of the image is a lush forest with dense green foliage. In the lower-left corner, a river with white water rapids flows through the scene. A solid teal-colored vertical bar is positioned on the left side of the image, serving as a background for the text.

SILVICULTURA EN RENOVALES DE ROBLE-RAULÍ-COIHUE ESTADÍSTICAS E INVESTIGACIONES RECIENTES

PLANES DE MANEJO EN BOSQUES DE ROBLE-RAULÍ-COIHUE

JUAN CARLOS PINILLA
KARINA LUENGO
MAURICIO NAVARRETE
INSTITUTO FORESTAL



Dentro de los renovales dominados por *Nothofagus* existe una gran diversidad de situaciones, marcadas por las condiciones ambientales de cada territorio tanto por la presencia predominante de alguno de los *Nothofagus* por sobre otros como por la abundancia de la participación de especies siempreverdes. Así, el estado de desarrollo hace que la estructura y la productividad de un bosque varíe (Donoso, 1993; Müller-Using *et al.*, 2012). Las investigaciones en silvicultura permiten determinar la intervención apropiada a cada situación, así como la respuesta esperada. En este capítulo se presentan estadísticas sobre el manejo del bosque nativo asociado a la Ley 20.283 (Ley de Bosque Nativo) y resúmenes de diversos estudios relacionados con el efecto de la silvicultura, aspectos económicos y la regeneración del bosque.

Del total de Planes de manejos aprobados desde la promulgación de la Ley de Bosque Nativo, 4.603 , 32 % del total, corresponden al tipo de bosque Roble-Raulí-Coihue (RO-RA-CO), lo que en cuanto a superficie alcanza a 56.842 hectáreas, el 28 % de la superficie total incluida en los planes de manejo.

Cuadro 3. Planes de manejo en bosques de Roble-Raulí-Coihue.

AÑO	TOTAL APROBADO		TOTAL PLANES APROBADOS RO-RA-CO			
	PLANES (N°)	SUPERFICIE TOTAL (HA)	PLANES DE MANEJO (N°)	PLANES DE MANEJO (%)	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE (%)
2011	1.857	31.315	718	39	9.729	31
2012	1.904	24.881	680	36	8.150	33
2013	2.019	27.012	638	32	8.123	30
2014	1.783	22.217	553	31	6.381	29
2015	1.496	24.235	436	29	7.973	33
2016	1.331	18.251	450	34	4.542	25
2017	1.525	23.230	406	27	5.029	22
2018	1.332	18.524	382	29	4.122	22
2019	1.180	14.167	340	29	2.788	20
TOTAL	14.427	203.837	4.603	32	56.842	28

(Fuente: Elaboración propia a partir de <https://www.conaf.cl/cms/editorweb/transparencia/2019/Planes-LBN.html>.)

Tan solo el 12,3 % de la superficie del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue ha sido gestionada a través de planes de manejo durante el período 2011-2019. La superficie manejada del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue en 9 años corresponde a tan solo 3,3 % del total de bosque nativo entre las regiones de Maule y Los Lagos.

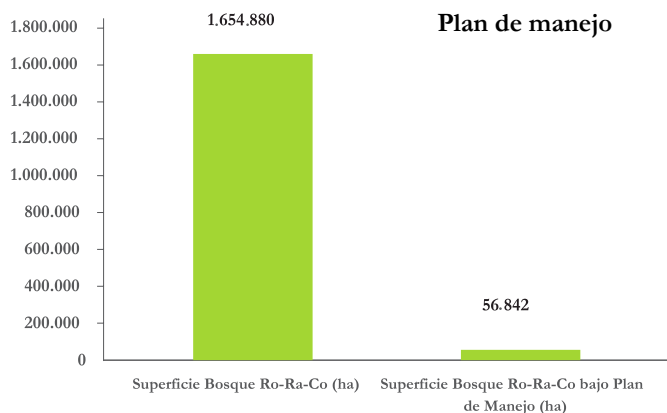


Figura 9. Superficie total de bosques del tipo Roble-Raulí-Coihue en el país y comparación con la superficie bajo planes de manejo en el período 2011-2019.

Finalmente, la superficie promedio intervenida de bosques de Roble-Raulí-Coihue en los planes de manejo aprobados bajo la Ley 20.283 de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal fue de 14,1 ha por Plan de manejo durante el período 2011-2019.



Como antecedente, se puede mencionar que estos valores son similares a los obtenidos en los planes de manejo en rodales analizados específicamente en las regiones de Ñuble y Biobío, los que presentan los siguientes promedios:

Cuadro 4. Variables resumen rodales Roble-Raulí-Coihue, regiones de Ñuble y Biobío.

SUPERFICIE PROMEDIO SOLICITADA (HA)	SUPERFICIE APROBADA (HA)	SUPERFICIE PREDIAL TOTAL (HA)
8,06	7,58	237,5

(Fuente: Elaboración propia a partir de <https://www.conaf.cl/cms/editorweb/transparencia/2019/Planes-LBN.html>.)

En cuanto a las regiones donde se distribuye el tipo forestal, la información disponible indica que existe una diferenciación territorial en lo referente al número de planes de manejo aprobados para el tipo de bosques Roble-Raulí-Coihue y su correspondiente superficie afecta.

Los valores según región se presentan a continuación para el total de planes asociados al tipo forestal Roble-Raulí-Coihue entre los años 2011 a 2019.



Cuadro 5. Total de planes de manejo asociados a Roble-Raulí-Coihue según región período 2011-2019.

REGIÓN	PLANES DE MANEJO APROBADOS		SUPERFICIE AFECTA RO-RA-CO	
	(Nº)	(%)	(HA)	(%)
Maule	100	2	2.002	4
Ñuble	60	1	244	0
Biobío	995	22	14.249	25
La Araucanía	2.331	51	27.851	49
Los Ríos	907	20	10.603	19
Los Lagos	210	5	1.894	3
TOTAL	4.603	100	56.843	100 %

(Fuente: Elaboración propia a partir de <https://www.conaf.cl/cms/editorweb/transparencia/2019/Planes-LBN.html>.)

Del cuadro anterior se puede destacar que las regiones de La Araucanía, Biobío y Los Ríos son las que cuentan con la mayor cantidad de planes de manejo aprobados, los que en conjunto llegan a 4.233, que corresponden al 92 % del total para este tipo de bosque. En cuanto a la superficie involucrada, lo anterior alcanza a cubrir 52.703 hectáreas que representan el 93 % de la superficie total afecta para el tipo de bosque Roble-Raulí-Coihue.

La Región de La Araucanía es la que lidera el total de planes aprobados, alcanzando el 51 % y el 49 % de la superficie total afecta.

Los rodales se ubican en predios cuyos propietarios se califican como “Pequeño propietario” u “Otros propietarios”, y los valores medios corresponden a superficie solicitada para manejar, superficie aprobada para manejar y superficie total predial según tipo de propietario.



Como referencia, se pueden mostrar algunos antecedentes sobre los planes de manejo aprobados en rodales analizados entre las regiones de Ñuble y Biobío, los que presentan los promedios que se indican en la Figura 10.

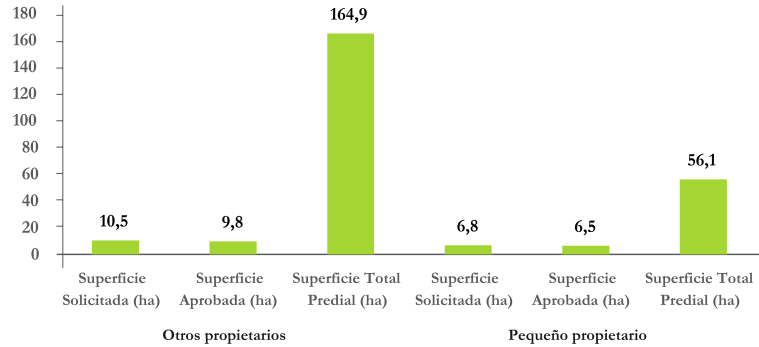


Figura 10. Valores medios de superficie bajo manejo según tipo de propietario.



Es posible apreciar valores medios de 7,6 ha de superficie de manejo aprobada, lo que representa un 94 % de la superficie promedio solicitada, y solo un 3 % con relación a la superficie total predial.

De igual forma, los valores de superficie predial son similares y, en general, las superficies aprobadas en el caso de los pequeños propietarios corresponden a las efectivamente solicitadas para manejar.

De acuerdo con la información anterior, se verifica el escaso porcentaje de superficie del tipo Roble-Raulí-Coihue que ha sido intervenida bajo la Ley 20.283 de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal en el período 2011-2019, llegando a 203.837,1 ha , lo que representa en 9 años solo un 12 % de la superficie total con bosques de roble, raulí y coihue entre las regiones de Maule y Los Ríos.

Es un hecho que no todos los renovales se encuentran en condiciones de ser manejados. Las principales restricciones se dan por la pendiente del terreno, la falta de accesibilidad y la baja densidad de los bosques. Tomando en cuenta estas restricciones aún queda una superficie de bosque de 823 mil hectáreas de renovales de roble, raulí y coihue que son potencialmente aptas para un manejo forestal entre las regiones de Biobío y Los Ríos (Büchner *et al.* 2020).

Sin embargo, solo se han bonificado, y por ende manejado, 10.632 hectáreas bajo el sistema de incentivos en 8 años (2010-2018) (Conaf *et al.*, 2019). Esta cifra es alarmante, pues habiendo financiamiento para ello, no se concreta la creación de valor a partir de estos bosques. De acuerdo con Cruz *et al.* (2012), los propietarios de bosque nativo muestran poco interés en participar debido a que los montos de los incentivos son bajos en comparación con los costos de las intervenciones silvícolas, y además son muy inferiores a los entregados para otras actividades del sector silvoagropecuario. Además, se mencionan barreras de acceso que dificultan la participación de los productores y un proceso de postulación engorroso y lento.

Cabe preguntarse, ¿quiénes manejan, entonces, el bosque nativo? Según el estudio complementario de la Evaluación de Programas Gubernamentales (EPG) del Programa Bosque Nativo (Dipres, 2013), en Chile existe un total de 81.249 explotaciones¹ con bosque nativo en manos de propietarios o administradores forestales, los cuales se distribuyen en 74.010 explotaciones para pequeños propietarios² (91,1 %) y 7.239 en otros propietarios (8,9 %). En términos de superficie de bosque nativo, la proporción se invierte, en la que del total de 9.056.039 hectáreas, los otros propietarios alcanzan 7.830.290 ha (86,5 %) y los pequeños propietarios solo 1.225.749 ha (13,5 %). El detalle se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Superficie de bosque nativo y número de explotaciones según tipo de propietario.

TIPO PROPIETARIO	EXPLOTACIONES		SUPERFICIE BOSQUE NATIVO ¹⁾	
	(N°)	(%)	(HA)	(%)
Pequeño propietario	74.010	91	1.387.173	13
Otro propietario	7.239	9	8.888.180	87
Total	81.249	100	10.275.353	100

Fuente: informe Complementario. Evaluación de Programas Gubernamentales (EPG) del Programa Bosque Nativo (Dipres, 2013).

Nota: Datos utilizados a partir del VII Censo Silvoagropecuario (INE, 2007) y Catastro de Recursos Vegetaciones de Chile (Conaf, 2011).

¹⁾El valor fue actualizado con el catastro de recursos vegetacionales de Chile, actualización 2017.

¹ Una explotación puede estar constituida por más de un predio, siendo el promedio 1,7 predios por explotación.

² Artículo 2, numeral 17 de la ley 20.283 sobre recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal, define pequeño propietario como la persona que tiene título de dominio sobre uno o más predios rústicos cuya superficie en conjunto no exceda de 200 hectáreas, o de 500 hectáreas cuando estos se ubiquen entre las regiones I y IV, incluida la XV; o de 800 hectáreas para predios ubicados en la comuna de Lonquimay, en la IX Región; en la provincia de Palena, en la X Región; o en la XI y XII regiones, cuyos activos no superen el equivalente a 3.500 unidades de fomento; que su ingreso provenga principalmente de la explotación agrícola o forestal y que trabaje directamente la tierra, en su predio o en otra propiedad de terceros. Se entenderán incluidas entre los pequeños propietarios forestales las comunidades agrícolas reguladas por el decreto con fuerza de ley N° 5, de 1968, del Ministerio de Agricultura; las comunidades indígenas regidas por la Ley 19.253; las comunidades sobre bienes comunes resultantes del proceso de Reforma Agraria; las sociedades de secano constituidas de acuerdo con el artículo 1° del decreto ley N° 2.247, de 1978, y las sociedades a las que se refiere el artículo 6° de la Ley 19.118, siempre que, a lo menos, el 60 % del capital social de tales sociedades se encuentre en poder de los socios originales o de las personas que tengan la calidad de pequeños propietarios forestales, según lo certifique el Servicio Agrícola y Ganadero. Solo para efecto de lo dispuesto en el inciso tercero del artículo 22 y en el inciso primero del artículo 25, se entenderá como pequeño propietario forestal a aquel poseedor que cumpla con los requisitos establecidos en el inciso primero y que haya adquirido la calidad de poseedor regular de acuerdo a lo dispuesto en el decreto ley N° 2.695.

CORTAS INTERMEDIAS: EFECTO DEL MANEJO EN EL CRECIMIENTO DE RENOVALES

MARJORIE MARTIN
INSTITUTO FORESTAL



A través de la silvicultura es posible alcanzar el potencial de desarrollo de los bosques, y su práctica ha sido promovida por programas especiales de Conaf con el fin de mejorar su productividad y aprovechamiento económico. Pero como está explicitado en la sección anterior, en los últimos años la superficie manejada solo alcanza 3,3 % de estos bosques entre Maule y Los Lagos. A continuación, se presenta una mirada más detallada del impacto de la silvicultura en los renovales y la respuesta en crecimiento que se ha observado en diferentes investigaciones a través de los años.

Para la realización de las cortas que mejoren la productividad del bosque es necesario conocer la respuesta del bosque a tales intervenciones en términos de su crecimiento y desarrollo: cómo cambian sus copas a una mayor luminosidad, cómo aprovechan los árboles seleccionados los recursos que se vuelven disponibles en el sitio y lo reflejan en el cambio en su altura y diámetro, en el grosor de sus ramas, o cómo los afectan las condiciones más adversas del clima (viento o nieve) una vez intervenidos.

Es en las cortas intermedias en las que se debe poner mayor atención, ya que permiten controlar la competencia entre árboles y adelantarse al proceso natural de mortalidad, dejando disponibles recursos del sitio que pueden ser mejor aprovechados por los

árboles que presentan las mejores condiciones de producción y puedan generar productos comerciales de interés. Por lo tanto, estas son las cortas que han concentrado mayor investigación.

Como resultado de estos trabajos, se estima que los renovales estarían creciendo en volumen a una tasa que fluctúa entre 2,8 y 18 m³/ha/año, lo cual es influenciado por latitud, longitud, altura sobre el nivel del mar, exposición, sitio y tipo e intensidad de intervenciones pasadas (Puente *et al.* 1979, 1981; Grosse y Quiroz, 1998).

En los Cuadros 7 y 8 se resume el resultado de algunos estudios que han documentado bosques con intervenciones de raleo y sin ellas.



Cuadro 7. Resumen de parámetros de rodales sin intervención.

VARIABLE	PUENTE (1981-1991*) MALLECO	ROCUANT (1969, 1974)	DE LA MAZA Y GILCHRIST (1980)	GROSSE Y QUIROZ (1998)
Edad (años)	37 a 42	30 a 35	<30 a 50 años	44 a 57
Densidad (arb/ha)	1.910	2.360	715 a 1.792	1.400 a 2.180
Área basal (m ² /ha)	47,3	41,7	32,4 a 53,5	41,6 a 52
Diámetro medio cuadrático (cm)	18	13,9	14 a 29	16 a 19,4
Volumen (m ³ /ha)	378		340 a 445	328 a 401
CRECIMIENTO				
DMC (cm/año)	0,2	0,28	0,5 a 0,8	0,2 a 0,7
Volumen (m ³ /ha/año)	6,1		13,1	2,8 a 3,8
Área basal (m ² /ha/año)	0,3	0,72	1,0 a 1,6	0,02 a 0,1

Cuadro 8. Resumen de parámetros en ensayos de manejo silvícola con intervención.

VARIABLE	PUENTE (1981-1991*) MALLECO	ROCUANT (1959,1974)	GROSSE Y QUIROZ (1998)
Edad (años)	37 -42	30 a 35	44 a 57
Densidad (arb/ha)	1.348 a 223	1.320 a 1.160	240 a 1 230
Área basal (m ² /ha)	12 y 41	33 a 32	15 a 40
Diámetro medio cuadrático (cm)	20- 26	15,2	17 a 28
Volumen (m ³ /ha)	347 y 80		132 a 332
CRECIMIENTO			
DMC (cm/año)	0,3 a 0,5	0,3 a 0,3	0,2 a 0,6
Volumen (m ³ /ha/año)	5 a 9		1 a 10
Área basal (m ² /ha/año)	0,3 y 0,7	1,1 a 1	0,1 a 1

(*) Pincheira (1993)



Si se observan las variables agregadas en la tabla con intervención —como área basal, densidad o diámetros—, los valores se presentan en rangos que provienen de distintas condiciones geográficas, sumando diversas intensidades de raleo.

Si bien en algunos de los ensayos es posible distinguir claramente un impacto positivo en el crecimiento en diámetro, en volumen y en área basal, en otros el efecto de la intervención no se percibe en los datos totales de rodal por efecto de una alta mortalidad natural. Por ello es importante, al evaluar un raleo, conocer la situación específica de los árboles destinados a llegar al final de la rotación, los llamados árboles futuro.

Los ensayos de Rocuant se ubicaron en la cordillera de Nahuelbuta en la reserva forestal de Vegas Blancas, y sus raleos extrajeron el 32 % y 43 % del área basal. Los resultados aluden a 15 años de mediciones. El rodal correspondía a un renoval predominantemente de roble y alguna participación de raulí. Durante el período observado, el tratamiento sin intervención sufrió una alta mortalidad de árboles, equivalente a 500 /ha. Los ensayos de Puente se localizaron en las provincias de Malleco, Cautín y Valdivia (Jauja, Casas Viejas y Pirihueico). En todos la participación de raulí era mayoritaria. En este caso el ensayo buscó dejar el bosque con densidades de 10, 20, 30 y 40 m²/ha de área basal, además del tratamiento testigo sin intervención. En este ensayo, según indican Lara *et al.* (1999), los tratamientos más densos (el testigo y de 40 m²/ha) presentaron las mayores tasas de mortalidad. El ensayo de Valdivia fue el más afectado por corresponder a un sitio más frío que generó los menores crecimientos. En términos del crecimiento en diámetro medio cuadrático, el tratamiento 10 m²/ha, tanto en Valdivia como en Cautín, registró las mayores respuestas, 17 y 24,7 % en crecimiento de diámetro en el período 1980-1988.

En Malleco los tratamientos testigo y de 40 m²/ha fueron más altos, influenciados por la mortalidad, 14 y 11,2 %, respectivamente.

Los ensayos de Puente fueron instalados en 1981 y luego remedidos por Donoso (1988) y Pincheira (1993). Este último autor concluyó que los mejores crecimientos medios en diámetro se produjeron en las parcelas con un área basal remanente de 10 m²/ha, con 0,45 cm/año. Con respecto a la intensidad de la intervención, se determinó que los mejores resultados se obtienen dejando niveles residuales de área basal del orden de 30 m²/ha.

De acuerdo con Grosse y Quiroz (1998), las mayores tasas de crecimiento periódico se obtienen al mantener el nivel de ocupación a la mitad respecto del no intervenido, lo que es posible hacer con raleos sucesivos para evitar caída por viento, de lo contrario la extracción debe ser más moderada. Dentro de los mejores sitios, Donoso *et al.* (1993) registraron crecimientos de 12,5 m³/ha/año para roble y 10,4 m³/ha/año para raulí, distribuidos entre Curicó y Llanquihue (1993a).

En cuanto al crecimiento diametral, estos autores señalan valores anuales medios de entre 0,50 y 0,72 cm/año para el DAP. En rodales jóvenes, los diámetros alcanzados en un período de 30 años bordeaban los 50 cm, indicando la potencialidad de estos bosques para la producción de madera de mejor calidad. En tanto que para coihue, Cubillos (1988) registró crecimientos anuales relativamente similares en diámetro, con 0,54 cm/año. Grosse 1989, a partir de un estudio en Neltume, Región de Los Ríos, llega a resultados aún más favorables. En sus conclusiones indica que es factible alcanzar crecimientos volumétricos periódicos de 20 m³ a 30 m³ anuales según la oportunidad de las primeras intervenciones. Esto derivaría en rotaciones de tan solo 30 años.





Estos datos muestran, por un lado, el buen potencial de crecimiento de las especies roble, raulí y coihue, y las ventajas del raleo como actividad silvícola. Las investigaciones establecieron que son los raleos tempranos los que logran, por una parte, concentrar el volumen en los mejores individuos (Donoso, 1988; Donoso *et al.*, 1993) y mantener el alto ritmo de crecimiento de las formaciones juveniles. Se señala que la edad ideal para el primer raleo correspondería, aproximadamente, entre los 10 y 15 años, momento en el cual el crecimiento anual corriente comienza a disminuir. Esta tendencia en el crecimiento es confirmada por Mujica (1997) en una plantación de 14 años de edad de raulí. Aquí el crecimiento anual corriente para el área basal y el volumen culmina a los ocho y once años, respectivamente, con 3,5 m² y 28,6 m³ por hectárea, mientras que la altura lo hace a los nueve con 1,1 m.

Sin embargo, y como se ha resumido en los cuadros 7 y 8, estos datos provienen de renovales de hasta 40 años. Puesto que gran parte de los renovales en la actualidad tienen ya alrededor de 80 años, se hace necesario saber si los raleos a avanzada edad (> a 40 años) aún tienen efecto en la mejora del crecimiento. Con el objetivo de analizar si los efectos del raleo que se están logrando bajo condiciones controladas de los ensayos citados también se consiguen en los rodales con raleos comerciales (realizados con subsidio del Estado o sin él), el Instituto Forestal, a través de su programa de Manejo de Bosque Nativo, efectuó un estudio en la Región de Los Ríos y en el sur de La Araucanía para obtener una impresión de ello (Pilquinao *et al.* 2020).

Además del crecimiento, el estudio abordó los siguientes aspectos: caracterizar la composición, calidad y sanidad de los renovales de roble que han sido sujetos a uno o más raleos comerciales, con énfasis en la participación de los árboles futuro. En su primera fase este estudio se enfocó en sitios considerados buenos por parte de los propietarios. La metodología y los resultados se resumen a continuación.



ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE RENOVALES BAJO UN MANEJO DE RALEOS

Analizar el efecto del raleo en el crecimiento de rodales de diferente edad, en la Región de Los Ríos y en el sur de La Araucanía, en los cuales se han aplicado raleos comerciales.

El estudio se desarrolló en veinte rodales ubicados entre las regiones de La Araucanía y Los Ríos, los cuales tuvieron la última intervención, al menos en los últimos 10 años, mediante un criterio comercial. Los rodales se distribuyeron aproximadamente entre los 39°07'53" y los 40°11'57" de latitud sur y los 72°51'46" y 72°00'37" de longitud oeste y a una altitud entre los 80 y 720 m s. n. m. En cada uno de los rodales se estableció un conglomerado compuesto por tres parcelas circulares de 500 m². Se midieron las variables de estado de los árboles individuales (especie, DAP, altura total, altura comienzo de copa, diámetro de copas, estado sanitario, identificación de árboles futuro, entre otras). Se determinó el crecimiento de los rodales a través de la extracción de tarugos de diez individuos pertenecientes al estrato superior de cada rodal. De cada árbol se sacaron dos tarugos a la altura del DAP, en direcciones norte-sur y este-oeste, y fueron montados usando técnicas estándar para su pulido y medición con el fin de determinar el incremento anual y la edad.

En estos rodales no se contaba con el historial de manejo, por tanto se recurrió a métodos utilizados en estudios de la dinámica forestal y disturbios (Abrams *et al.*, 2001; Black and Abrams, 2003; Lorimer and Frelich, 1989; Trotsiuk *et al.*, 2018) a fin de reconstruir intervenciones pasadas. Los posibles disturbios a nivel de dosel se analizaron mediante el método propuesto por Nowacki and Abrams (1997) y usando el criterio del crecimiento radial promedio. Esta técnica emplea como medio de evaluación el cambio relativo del crecimiento en radio observado antes y después de un determinado año. Para el análisis de las respuestas temporales se tomó como referencia un promedio móvil del crecimiento de 10 años.

El período de tiempo promediado puede variar de acuerdo con el sitio de crecimiento o la especie estudiada (Rentch *et al.*, 2002). Para este estudio se trabajó finalmente con períodos de 5 años que permitieron diferenciar respuestas en las intervenciones. Un umbral mínimo de liberación se considera moderado con un 25 %

OBJETIVO

METODOLOGÍA



de cambio en el crecimiento y una liberación mayor para un valor sobre 50 % del cambio en crecimiento. Para considerar que un cierto conglomerado fue sometido a algún tipo de raleo, se asumió que al menos 3 de los diez árboles, o 2 en caso de los rodales de menos muestras, aumentarían sus tasas en los mismos años.

RESULTADOS

Los resultados determinaron que, en promedio, los rodales mantienen 160 árboles futuro. Según el diagrama de manejo de densidad para la especie, esta es también la cantidad de árboles que formarían la fase final de la rotación cuando se considera una cosecha con 40-45 cm de diámetro. El rango volumétrico de los rodales es altamente variable, abarcando entre los 150 y 700 m³ssc/ha. Según estos datos, el incremento medio anual calculado se encuentra entre 4,8 y 9,9 m³/ha/año y solo dos rodales salen de este rango con valores menores de 2,3 y 2,8 m³/ha/año. Las edades de estos rodales fluctuó entre los 34 y 71 años, con más de la mitad sobre los 60 años. Las tasas máximas de crecimiento corriente (ICA) del presente estudio variaron entre 0,82 y 1,06 cm/año. En tanto, el crecimiento promedio (IMA) para todos los rodales estuvo entre los 0,41 y 0,71 cm/año. En general, los rodales muestreados respondieron a las intervenciones realizadas, como se ve en el ejemplo de figura 11.

Fundo Arquihue 1

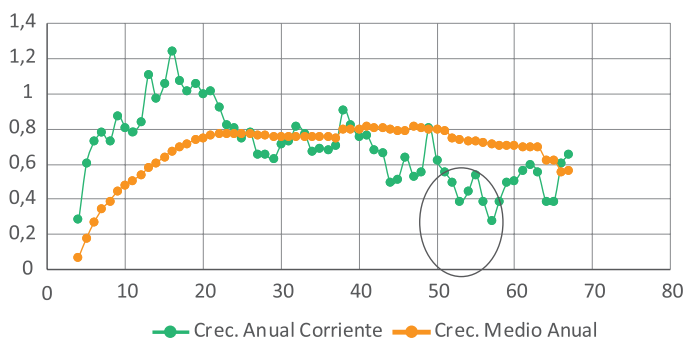


Figura 11. Crecimientos anual corriente y medio anual (cm) a través del tiempo de un rodal del fundo Arquihue (en círculo un cambio positivo en la tasa de crecimiento corriente atribuida a raleo).

Los crecimientos corrientes máximos se presentaron alrededor de los 12 años en los distintos rodales medidos, y los máximos IMA bordearon los 20 años, en los que el crecimiento en diámetro alcanzaba alrededor de 0,8 cm por año, y a los 24 años, los 0,6 cm.



Dada esta condición, se debe insistir en iniciar las intervenciones en forma temprana después de los 12 años y antes de los 20 años. Por otra parte, llama la atención que, a pesar de registrar intervenciones en rodales de edad avanzada, 60 o más años, los árboles son capaces de responder mejorando su tasa de crecimiento. Se resume entonces que, a pesar de la temprana culminación del crecimiento, los árboles siguieron reaccionando al raleo a edades avanzadas, como lo indica el Cuadro 9.

Cuadro 9. Crecimiento en DAP por clase de edad.

CLASE EDAD (AÑOS)	MUESTRAS (N°)	PROMEDIO	D.E.	MÍN	MÁX
5,5	20	0,66	0,14	0,38	0,98
9,5	20	0,80	0,15	0,51	1,06
13,5	20	0,82	0,15	0,54	1,04
17,5	20	0,74	0,17	0,42	1,10
21,5	20	0,67	0,12	0,44	0,94
25,5	20	0,61	0,11	0,46	0,85
29,5	20	0,58	0,12	0,41	0,87
33,5	20	0,55	0,10	0,44	0,79
37,5	20	0,53	0,12	0,35	0,77
41,5	19	0,51	0,12	0,34	0,71
45,5	19	0,48	0,12	0,34	0,71
49,5	17	0,47	0,13	0,30	0,74
53,5	16	0,46	0,12	0,27	0,67
57,5	13	0,43	0,12	0,31	0,69
61,5	13	0,45	0,11	0,27	0,63
65,5	13	0,45	0,11	0,28	0,64
69,5	10	0,41	0,07	0,30	0,49
73,5	7	0,40	0,13	0,23	0,55



Árbol futuro: Árboles cuya permanencia se proyecta hasta el final del período de producción, elegidos bajo características de sanidad y forma, espaciamiento homogéneo, área de copa y cantidad de trozas madereras que se obtendrán.

CAM: Crecimiento medio anual. Crecimiento en diámetro de un árbol en promedio durante su vida.

CAP: Crecimiento periódico anual. Crecimiento en diámetro de un árbol en promedio durante un período de tiempo definido.

ICA: Crecimiento corriente anual. Crecimiento en diámetro de un árbol en el período de un año.

GLOSARIO

CORTAS INTERMEDIAS Y AGREGACIÓN DE VALOR



El valor maderero de un rodal es determinado por la calidad y la cantidad de madera que produce en un período de tiempo determinado. Los rangos de cantidad de madera que crece están detallados en la sección anterior. En cuanto a la calidad, el Inventario Nacional Forestal muestra que esta es deficiente en un tercio de los renovales de coihue. En el roble y el raulí esta condición es mucho menos frecuente, pero también ocurre. En estos casos la meta de producción no puede ser la de madera de alto valor. En términos de la calidad de los árboles en pie, solo un 7 % cumplen los estándares más altos, en tanto sobre el 70 % corresponden a las más bajas calidades de árboles de roble, raulí y coihue evaluados en el Inventario, el que entrega como media resultante un 7 % de los árboles en el grado de calidad excelente y sobre un 30 % en la peor de las calidades (Martin y Müller-Using, 2012). El trabajo realizado por Rojas *et al.* (2013) permite comparar la rentabilidad de tres modelos de manejo:

- » Manejo coetáneo, que es mayoritario.
- » Manejo en dos estratos, que amplía las opciones cuando la abundancia de especies siempreverdes es alta.
- » Manejo de recuperación de un rodal degradado.

Evaluar y proyectar económicamente dos alternativas silvícolas para renovales del tipo Roble-Raulí-Coihue.

OBJETIVO

En las opciones de manejo forestal evaluadas económicamente se consideraron un manejo coetáneo, un manejo en dos estratos y un manejo de recuperación del bosque, basados en nivel de densidad, calidad, composición de especies y estructura. La información se basó en datos de parcelas de inventario de los renovales descritos en Müller-Using *et al.*, 2012. En esta sección se presentan el manejo coetáneo y el manejo en dos estratos.

METODOLOGÍA

Estrato o coetáneo: Con DMC objetivo de 45 cm, considerando una edad actual de 30 años y DMC 24 cm, vol 224 m³/ha. El modelo silvícola se orienta a la producción de madera aserrada y contempla 2 raleos y las cortas de cosecha y regeneración realizadas en 3 períodos cada 5 años.

Dos estratos: Un estrato dominante con *Nothofagus* y un segundo estrato de especies siempreverdes, tolerantes a la sombra, que completa el espacio fustal del primer estrato, orientado en la etapa de sucesión “bosque mixto con gran abundancia de *Nothofagus*”. El modelo silvícola se orienta a la producción de madera aserrada y duraminizada de *Nothofagus* y madera aserrada de especies tolerantes. En este modelo se entrelazan dos rotaciones; un dosel dominante de *Nothofagus* y otro intermedio de especies tolerantes, como ulmo, tepa y laurel.

Se consideró un bosque con edad de 65 años, un DMC de 38 cm y volumen de 217 m³/ha. El modelo comienza con cortas de cosecha a los *Nothofagus* para el 75 % de los árboles en ciclos de corta de 5 años, y el 25 % restante de árboles permanece por 45 años más para aumentar la proporción de madera duraminizada. El estrato siempreverde se ralea en tres ocasiones. Un primer raleo coincidente con la tercera corta de los *Nothofagus*, y se proyectó la corta de cosecha en forma conjunta con la última porción de *Nothofagus*, llegando con un DMC de 35 cm en las siempreverde. Se consideraron como productos: leña, trozas delgadas que se destinan a tableros OSB como metro ruma, trozas aserrables y trozas aserrables de madera duraminizada. Otra consideración en la evaluación económica fue el tope del incentivo al manejo permitido por la Ley de Bosque Nativo, correspondiente, en el momento de estudio, a 930 USD/ha.



RESULTADOS

De acuerdo a sus resultados, en el manejo coetáneo el raleo realizado a los 30 años genera trozas aserrables, aunque con un porcentaje bajo de participación en los distintos productos.

Cuadro 10. Volumen según productos por edad y manejo.

PRODUCTOS (M ³ /HA)	EDAD (AÑOS)											
	30	45	65	70	75	90	100	110	115	120	125	TOTAL
MANEJO COETÁNEO												
Troza aserrable	5	13	43	57	69							188
Metro ruma	10	13	17	21	23							84
Leña	50	56	37	37	33							214
MANEJO EN DOS ESTRATOS												
Troza aserrable			8	11	14			12	10	9	24	89
Metro ruma			8	8	7							23
Leña			35	27	46	26	27	57	47	39	110	412
Troza aserrable duraminizada								43	35	32	84	193
Troza aserrable siempreverde						5	7	11	12	12	43	90



La producción de leña ocurre en todas las intervenciones. En el manejo en dos estratos es importante destacar la alta productividad que se logra, alcanzando, al final de la rotación, un volumen de productos de 807 m³/ha, en que el 50 % corresponde a trozas aserrables.

Es destacable cómo el producto trozas duraminizadas se manifiesta a partir de los 110 años del bosque, tiene valor al menos tres veces mayor que la no duraminizada y alcanza un 70 % del volumen de productos de *Nothofagus*.

Los resultados de la evaluación económica muestran valores económicos superiores a 2.500 USD/ha, destacándose su mayor valor en el manejo de dos estratos, ya que tiene un importante aumento del VAN respecto al manejo coetáneo.

Cuadro 11. Evaluación económica por tipo de manejo.

PROPUESTA SILVÍCOLA	EDAD INICIAL (AÑOS)	HORIZONTE DE EVALUACIÓN (AÑOS)	VAN (USD/HA)
Manejo coetáneo	30	45	2.743
Manejo en dos estratos	65	60	3.364

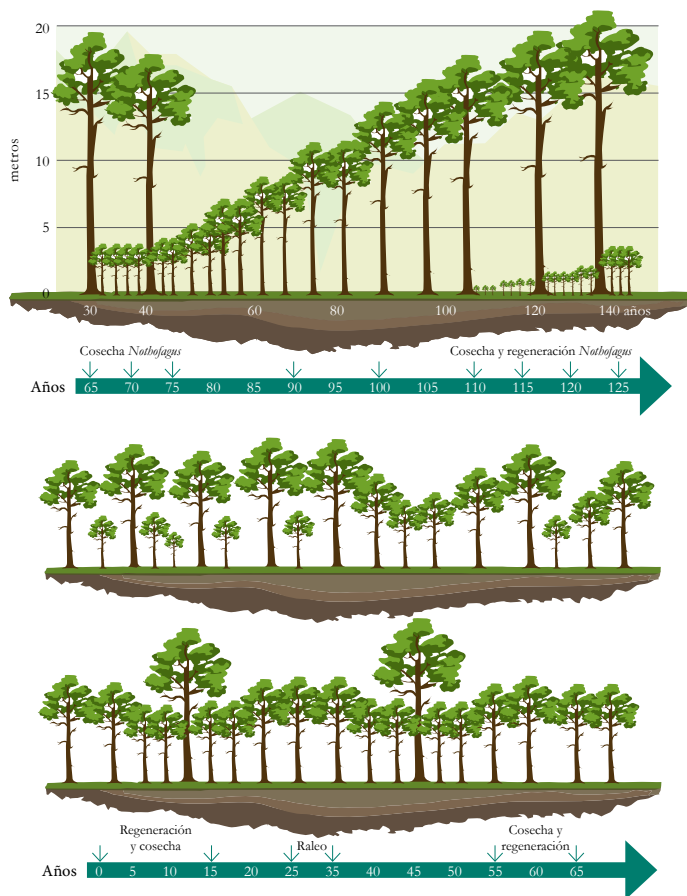


Figura 12. Esquema de manejo coetáneo y en dos estratos.

El raleo de renovales a edades avanzadas se justifica si el relativamente bajo incremento diamétrico genera un considerable incremento del valor maderero, es decir, si el incremento en volumen fuese madera de alta calidad. Este análisis, que debe incluir variables relacionadas con la calidad de la madera, costos de producción y precios de comercialización, aún no se ha realizado, por lo que se plantea, como alternativa, el manejo del rejuvenecimiento a través de la aplicación de métodos de cosecha y regeneración.

CORTAS DE REGENERACIÓN: RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE LA REGENERACIÓN EN FAJAS

BERNARDO PILQUINAO
INSTITUTO FORESTAL

LA IMPORTANCIA DE REGENERAR EL BOSQUE



Los bosques del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue constituyen masas forestales relativamente homogéneas, de fácil acceso y compuestas por especies de buen crecimiento y madera de valor, razón por la cual actualmente son priorizados en la entrega de incentivos a raleo mediante la Ley de Bosque Nativo. No obstante, parte de este recurso ya se encuentra en un estado de madurez para una cosecha y en otros casos la densidad es baja y/o su calidad es tal que es aconsejable su cosecha y regeneración para renovar y mejorar la masa forestal (Araya 2011; Müller-Using *et al.*, 2013).

La regeneración de un bosque es una fase relevante en la producción forestal, dado que ahí se establece el potencial para el próximo ciclo de producción, el cual en bosque nativo puede tener una duración de seis a ocho décadas. Es por ello que es necesario enfrentar esta fase de manera planificada e integral. Los costos productivos y ambientales de una regeneración malograda son altos en comparación con las medidas necesarias para que esta se establezca de forma satisfactoria (Müller-Using *et al.*, 2013).

Hoy en día la silvicultura debe estar orientada a proveer mucho más que madera de forma sustentable y velar por los servicios ecosistémicos del bosque, como son, por ejemplo, la biodiversidad, la calidad del agua de una cuenca y la belleza escénica. La regeneración natural es vital para asegurar el establecimiento de una nueva masa forestal, el cual permitirá seguir manteniendo y proveyendo todos los servicios ambientales que ella aporta.

En términos de cortas de regeneración las experiencias exitosas son muy acotadas y, lamentablemente, no hay una receta clara que pueda ser aplicada a las distintas situaciones de manejo, sitio y características propias de cada rodal. En la actualidad, aun entre los mismos silvicultores, existen muchas dudas sobre las consideraciones que hay que tener presentes al momento de regenerar un bosque de Roble-Raulí-Coihue. Es por ello que el presente texto pretende entregar recomendaciones silvícolas que contribuyan a mejorar las experiencias de manejo de cortas de regeneración desarrolladas en la actualidad. También se presentan los resultados obtenidos de una experiencia de corta de regeneración en fajas, realizadas en las comunas de Lanco y Futrono, en la Región de Los Ríos.



LA LEGISLACIÓN VIGENTE

Al momento de aplicar la silvicultura para regenerar un bosque, la legislación actual (Ley 20.283) exige mantener una cobertura uniforme de regeneración natural establecida al tercer año, luego de una corta de regeneración. Esta debe mantener una densidad de 3.000 plantas por hectárea homogéneamente distribuidas, pudiendo estas ser de origen de semilla, vegetativo o plantación.

Los métodos de regeneración permitidos por la legislación actual (Reglamento Técnico del DL 701, DS 259/1980) son corta a tala rasa, corta de árbol semillero, corta de protección y corta o entresaca selectiva.

» **Corta o explotación a tala rasa:** Consiste en el volteo en una temporada de todos los árboles de un área definida del rodal. Aquí, la regeneración del rodal se puede efectuar artificial o naturalmente.

» **Corta o explotación por el método del árbol**

semillero: Considera el volteo de todos los árboles del rodal en una temporada, exceptuando los árboles semilleros (10 árboles semilleros por hectárea) dejados para repoblar el área, los que serán de la especie que se desee regenerar.

» **Corta o explotación de protección:** Considera la explotación gradual del rodal en una serie de cortas parciales para dar origen a un rodal coetáneo a través de regeneración natural, la cual se inicia bajo la protección del antiguo rodal.

» **Corta o explotación selectiva o entresaca:** Permite la extracción individual de árboles o de pequeños grupos en una superficie no superior a 0,3 ha, debiendo mantenerse en este caso una faja boscosa alrededor de lo cortado de a lo menos 50 m. Mediante este método, solamente podrá extraerse hasta el 35 % del área basal del rodal, debiendo establecerse como mínimo 10 plantas de la misma especie por cada individuo cortado, o 3.000 plantas por hectárea del tipo correspondiente, en ambos casos homogéneamente distribuidos. Una nueva corta selectiva en el mismo rodal se podrá efectuar solamente una vez transcurridos 5 años desde la corta anterior.

Cabe señalar que para bosques del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue se permite la utilización de los cuatro métodos de regeneración mencionados anteriormente; no obstante, existen restricciones de pendiente según el método de regeneración aplicado.

Respecto de los métodos de tala rasa y árbol semillero, se aceptan para bosques con pendientes menores a 45 %, en tanto las cortas de protección se aplican a bosques ubicados en pendientes menores a 60 %. Para el caso de cortas selectivas no existen restricciones.



SITUACIÓN DE LA REGENERACIÓN EN EL TIPO FORESTAL ROBLE-RAULÍ-COIHUE

Los datos del inventario indican un promedio de 18.348 plantas por hectárea en todos los estratos de regeneración para la macrozona. Entre las regiones la diferencia en el promedio general de plantas por hectárea no supera las 500 unidades, siendo por lo tanto muy similares en cuanto al número según se muestra en el Cuadro 12.

La regeneración más pequeña y joven, estrato (1-50 cm) que aún no se ha establecido definitivamente, corresponde a la mayor parte (62 %) de la regeneración total; el siguiente estrato (50-100 cm) alcanza a cerca del 20 %, y los dos siguientes estratos, en que la regeneración ya ha empezado a establecerse, mantienen un 10 % del total de plantas en las parcelas de regeneración.

Cuadro 12. Número de plantas que se presentan en los distintos estratos de altura de regeneración por región.

REGIÓN N° PLANTAS /HA	ESTRATO 1 (0-50 CM)	ESTRATO 2 (50-100 CM)	ESTRATO 3 (100-130 CM)	ESTRATO 4 (> 130 CM)	TOTAL
	(PLANTAS/HA)				
Biobío	12.287	3.278	1.556	1.653	18.774
La Araucanía	11.129	3.347	1.755	1.706	17.937
Los Ríos	10.739	3.056	2.229	2.311	18.333
Promedio general	11.385	3.227	1.847	1.890	18.348

(Fuente: Müller-Using *et al.* 2013)

En términos de la participación de roble, raulí y coihue, la Región del Biobío es la más alta (51 %), lo que corresponde con la mayor participación de especies tolerantes en los bosques al sur de esta región. Se observa que en general sobre un 20 % de las plantas en el estrato 4 corresponden a estas especies. Si se considera que en promedio la regeneración total está en alrededor de las 18.000 plantas por hectárea, y que en el estrato 4 este número alcanza a cerca de 2.000 plantas por hectárea, en términos generales existirían alrededor de 400 plantas por hectárea de roble, raulí y coihue ya establecidas.



Cuadro 13. Proporción de plantas de roble, raulí y coihue respecto del total en los distintos estratos de altura de regeneración por región.

REGIÓN (%)	ESTRATO 1 (0-50CM)	ESTRATO 2 (50-100 CM)	ESTRATO 3 (100-130 CM)	ESTRATO 4 (> 130 CM)	TOTAL
	(%)				
Biobío	63 %	37 %	17 %	27 %	51 %
La Araucanía	38 %	23 %	13 %	26 %	31 %
Los Ríos	17 %	8 %	8 %	21 %	15 %

(Fuente: Müller-Using *et al.* 2013)

En la Figura 13 se presenta la abundancia en número de plantas por hectárea por región de las distintas especies encontradas.

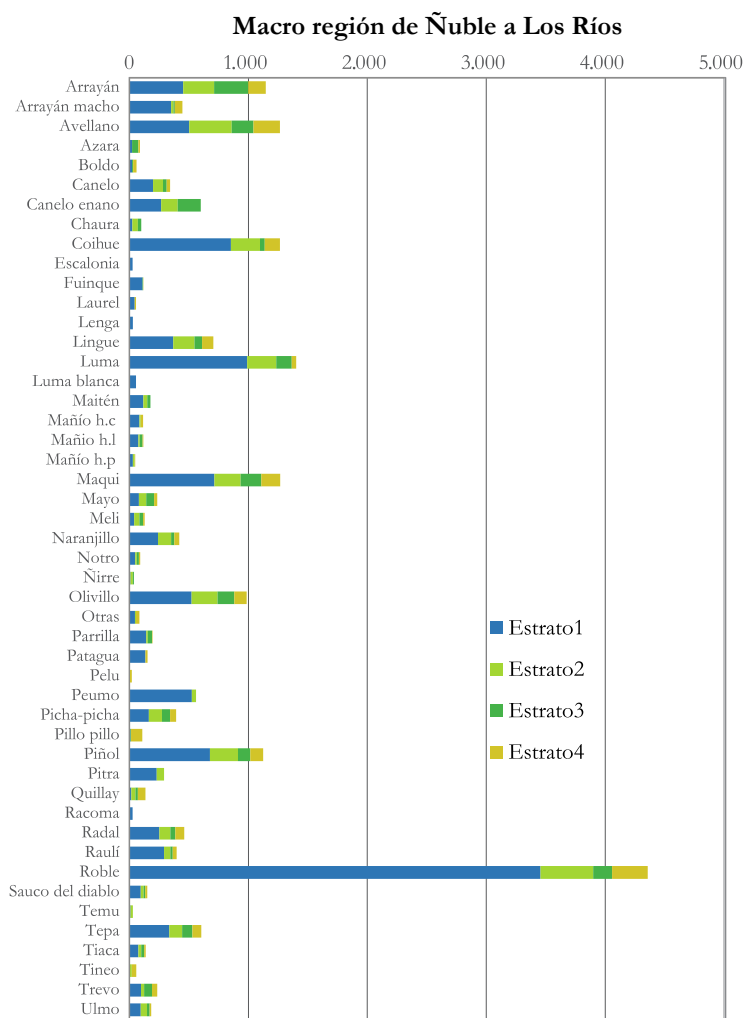


Figura 13. Número de plantas por hectárea de las distintas especies encontradas entre las regiones del Ñuble y Los Ríos. (Fuente: Müller-Using *et al.* 2013)

Se observa que la regeneración de las regiones del Biobío y La Araucanía se encuentra dominada por el roble. En las regiones de La Araucanía y Los Ríos la participación de las otras especies se vuelve mucho más importante. En Los Ríos destaca la mayor abundancia de mirtáceas.

El análisis de los grupos de especie según su grado de tolerancia a la sombra se presenta en la Figura 14, en la que se muestra por región la proporción de especies pioneras, semitolerantes y tolerantes encontradas. La tendencia general es que la participación de especies pioneras disminuye de norte a sur, alcanzando cerca del 60 % en Biobío, sobre el 40 % en La Araucanía y 20 % en Los Ríos. Estas cifras son opuestas a la proporción de especies tolerantes que participan por sobre un 60 % en la región de Los Ríos, sobre un 40 % en La Araucanía y cercana al 20 % en Biobío con el aumento de las especies tolerantes.

FACTORES Y ESTRATEGIAS QUE INFLUYEN EN LA REGENERACIÓN DE BOSQUES DE *NOTHOFAGUS*

Los principales factores que influyen en el establecimiento de la regeneración han sido identificados en diversos estudios, en los que, entre otros factores, se destacan las estrategias de regeneración mediante disturbios a gran escala (Veblen *et al.*, 1981, Donoso 1981; Veblen, 1992; Donoso, 1993; Pollmann y Veblen 2004), los efectos de la luminosidad y humedad (Promis *et al.*, 2010; Weinberger y Ramírez, 2001), o métodos e intensidades de las cortas de cosechas (Grosse, 2009; Martínez Pastur *et al.*, 2002, Quiroz *et al.*, 2011), la fructificación y semillación (Burschel *et al.*, 1976; Palik y Pregitzer, 1993; Müller-Using *et al.*, 2014), la competencia y efectos del ganado (Müller-Using *et al.*, 2009; Müller-Using *et al.*, 2014), por mencionar algunos.

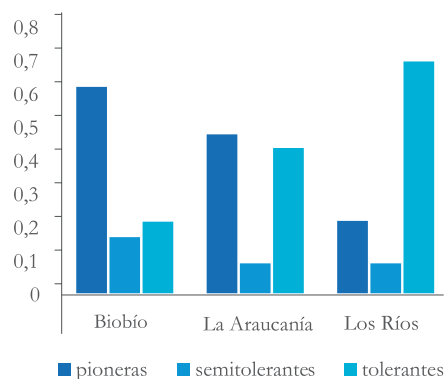


Figura 14. Proporción de especies pioneras según su grado de tolerancia a la sombra.
(Fuente: Müller-Using *et al.* 2013)



Las gráficas de la Figura 15 indican la proporción de la regeneración (la media estimada por hectárea) bajo distintos niveles de intensidad de pastoreo en cada una de las regiones estudiadas. Si bien se observan diferencias entre ellas, la tendencia muestra que en todas cerca del 50 % de la regeneración se encuentra en situaciones en que la intensidad de pastoreo es moderada.

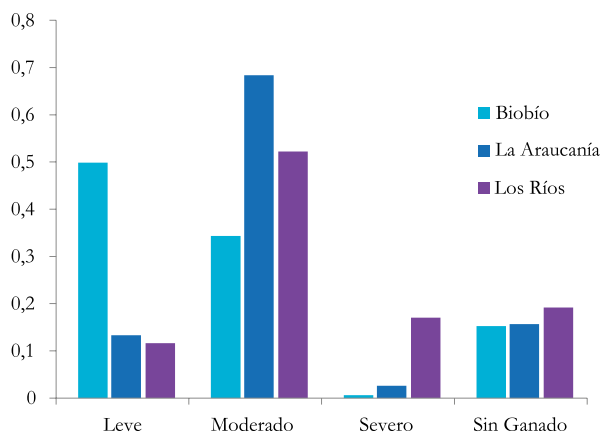


Figura 15. Proporción de regeneración bajo distintos niveles de intensidad de pastoreo. (Fuente: Müller-Using *et al.* 2013)

La presencia de bambusáceas (quila y colihue) se registra también en las mismas parcelas de regeneración. Dado el impedimento que esta vegetación significa para el éxito de la regeneración, se muestra a continuación la Figura 16, que resume el impacto de las bambusáceas. Según se observa, sobre el 70 % en la región de Los Ríos y sobre el 80 % en La Araucanía y Biobío la regeneración encontrada se presentó bajo nula presencia de bambusáceas.

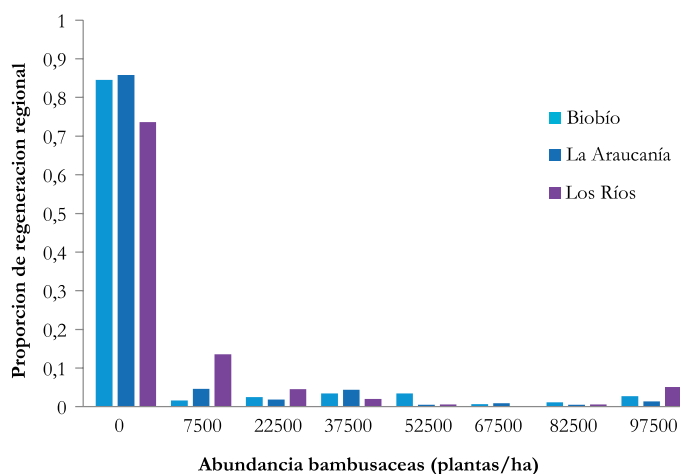


Figura 16. Proporción de regeneración bajo distintos niveles de abundancia de bambusáceas. (Fuente: Müller-Using *et al.* 2013)

Estos dos últimos aspectos, la presencia de ganado en el bosque y la abundancia de quila, son de gran relevancia al momento de regenerar los bosques y requieren especial cuidado y estrategias de parte del silvicultor, así como ser considerados en el costo de establecimiento de una nueva generación de árboles. Otro aspecto es la alta demanda de luz que tiene este tipo de bosques que surge naturalmente tras disturbios a gran escala. En la Figura 17 se muestra el grado de cobertura bajo el cual se ha observado que las distintas especies de este tipo forestal pueden establecerse.

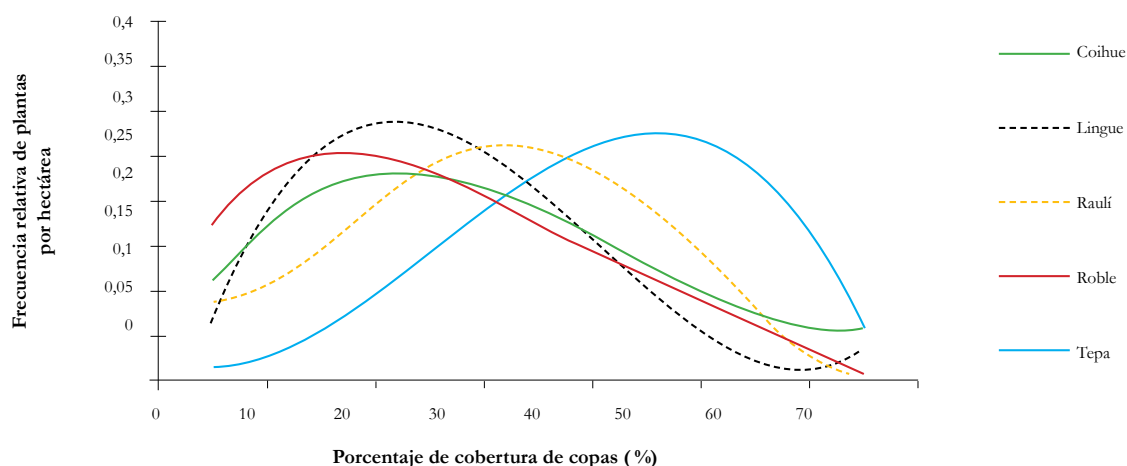


Figura 17. Frecuencia de regeneración de distintas especies del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue en su área de distribución natural.

(Fuente: Müller-Using *et al.* 2013)

EXPERIENCIAS SILVÍCOLAS CON LOS TIPOS DE CORTAS QUE CONTEMPLA LA LEGISLACIÓN ACTUAL

Las experiencias en cuanto al efecto de cortas sobre la regeneración no son muy abundantes; sin embargo, existen y se mencionan algunas a continuación.

En la zona de distribución norte, Quiroz *et al.* (2011) encontraron en cortas de regeneración de roble, raulí y coihue, evaluadas en la precordillera del Maule, que en aquellos rodales con intervención de tala rasa la regeneración no sobrepasa las 10.000 plantas/ha, en cambio en bosques con aplicación de corta selectiva en promedio la regeneración se encontraba bordeando las 21.000 plantas/ha. La regeneración por semilla

fue la que registró los mayores valores (140.000 plantas/ha y 222.500 plantas/ha); no obstante, esto solo ocurrió en pocos casos y en la mayoría de los rodales predominaba la regeneración vegetativa.

Más hacia el sur, Müller-Using *et al.* (2009) describen dos rodales adultos de roble sometidos a cortas de protección uniforme en el área de Curacautín, con una muy bien lograda regeneración de más de 20.000 plantas/ha, de orígenes mixtos, semillas y brotes, bajo áreas basales de los árboles remanentes que en los últimos 10 años habían variado entre 19 y 15 m²/ha y 37 y 13 m²/ha.

Otras experiencias son las entregadas por Müller-Using *et al.* (2014). Una de ellas en la comuna de Panguipulli, Región de Los Ríos, donde se evaluó la regeneración en una corta selectiva de un bosque perteneciente al tipo Roble-Raulí-Coihue. Aquí la regeneración alcanzó a 48.000 plantas/ha 3 años después de realizada la intervención.



Figura 18. Cortas en fajas para la regeneración de roble y raulí en Lanco.

CORTAS EN FAJAS, ¿UNA ALTERNATIVA VIABLE?

De acuerdo con Grosse (2009), la cosecha en fajas consiste en cortar fajas sucesivas o alternadas en intervalos de tiempo, avanzando de un extremo a otro de un rodal, adecuando las cortas a la edad de rotación del bosque. En el lapso de pocos años, una vez establecida la regeneración, se saca, con extracciones paulatinas, la madera en las fajas aun no cosechadas. Para su aplicación exitosa, se debe tener presente la protección lateral de los rodales remanentes ejercida hacia la generación nueva, el ordenamiento de material de desecho en fajas en curvas de nivel y la mantención en pie de especies del estrato dominante (tolerantes) para integrarlas a la próxima generación y evitar que se produzcan alteración al suelo y erosión. Esto último, según este mismo autor, limitaría el método a sectores de baja pendiente.

La simplicidad en la instalación de las fajas, el alto volumen de madera que se puede extraer y los resultados promisorios que se han obtenido en algunos sitios (Grosse, 2009) convierten este método en una herramienta silvícola atractiva e interesante de reproducir.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE LA REGENERACIÓN NATURAL Y PLANTADA EN FAJAS

Monitorear la regeneración natural y plantada en bosques de roble en los cuales se ha aplicado el método de cortas en fajas.

Se presentan a continuación tres experiencias de cortas en fajas desarrolladas en rodales de roble en la región de Los Ríos: Catrico (39° 27' 56,24" S y 72° 43' 37,51" O), Curirruca (39° 29' 29,65" S y 72° 31' 20,06" O) y Arquihue (49° 11' 39,57" S y 71° 59' 10,47" O). Las cortas en fajas fueron realizadas durante el año 2011 en Catrico y Arquihue, mientras que en Curirruca se contó con información de fajas establecidas en el año 2007 (Año 9) y 2015 (Año 1).

Una vez efectuada la corta se llevó a cabo un escarificado mecánico, y luego se realizó una plantación suplementaria con especies de roble y/o raulí a una densidad promedio de 1.200 plantas/ha (Catrico y Curirruca) y 500 plantas/ha (Arquihue). Para el análisis se contó con tres mediciones para el rodal Catrico (Año 1, Año 2 y Año 6) y dos mediciones para los rodales Curirruca (Año 1 y Año 9) y Arquihue (Año 1 y Año 7).

Los resultados mostraron que la regeneración aumentó gradualmente en el tiempo hasta conseguir establecerse. El mayor éxito en el establecimiento se logró en el rodal Arquihue, con más de 15 mil plantas/ha al séptimo año. En tanto, el rodal de Curirruca tuvo mayor dificultad para el establecimiento, registrando 3 500 plantas/ha al año 9 (Figura 13).

Transcurrido un año de establecidas las fajas, en los tres rodales apareció la generación natural de roble, fundamentalmente de origen vegetativa, acompañando a la plantación de raulí y roble. Luego comenzó a establecerse la regeneración de especies siempreverdes, las cuales fueron en aumento en la medida que transcurrió el tiempo.

En el último año de evaluación (2017) se determinó que el 50 % de la regeneración natural en Catrico provino de semillas, en tanto que en Curirruca y Arquihue la regeneración fue principalmente de origen vegetativo, con un 68 % y 73 %, respectivamente.

OBJETIVO

METODOLOGÍA

RESULTADOS





Respecto a la plantación suplementaria, las especies de roble y raulí se establecieron sin problemas en los tres rodales. Sin embargo en Catrico la densidad de plantación aumentó en el último año de evaluación debido a que el propietario hizo una replantación para reemplazar las plantas que no sobrevivieron en el primer año con el fin de asegurar el establecimiento de la regeneración de 3.000 plantas/ha al tercer año exigido por ley.

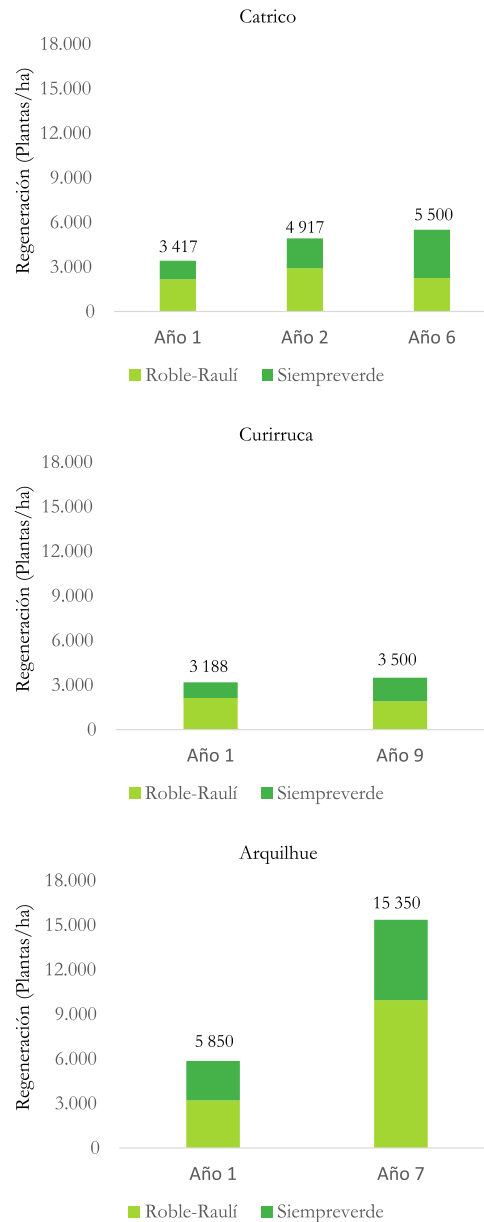


Figura 19. Regeneración lograda en las cortas en fajas.

En los tres rodales, más del 50 % de la regeneración tenía una altura superior a 1,3 m en el último año de medición, y las especies raulí y roble mantuvieron densidades de entre 1.600 y 1.700 plantas/ha (Figura 14). Un porcentaje similar correspondió a regeneración de especies siempreverdes, como lingue, laurel, tepa, ulmo, avellano y otras.

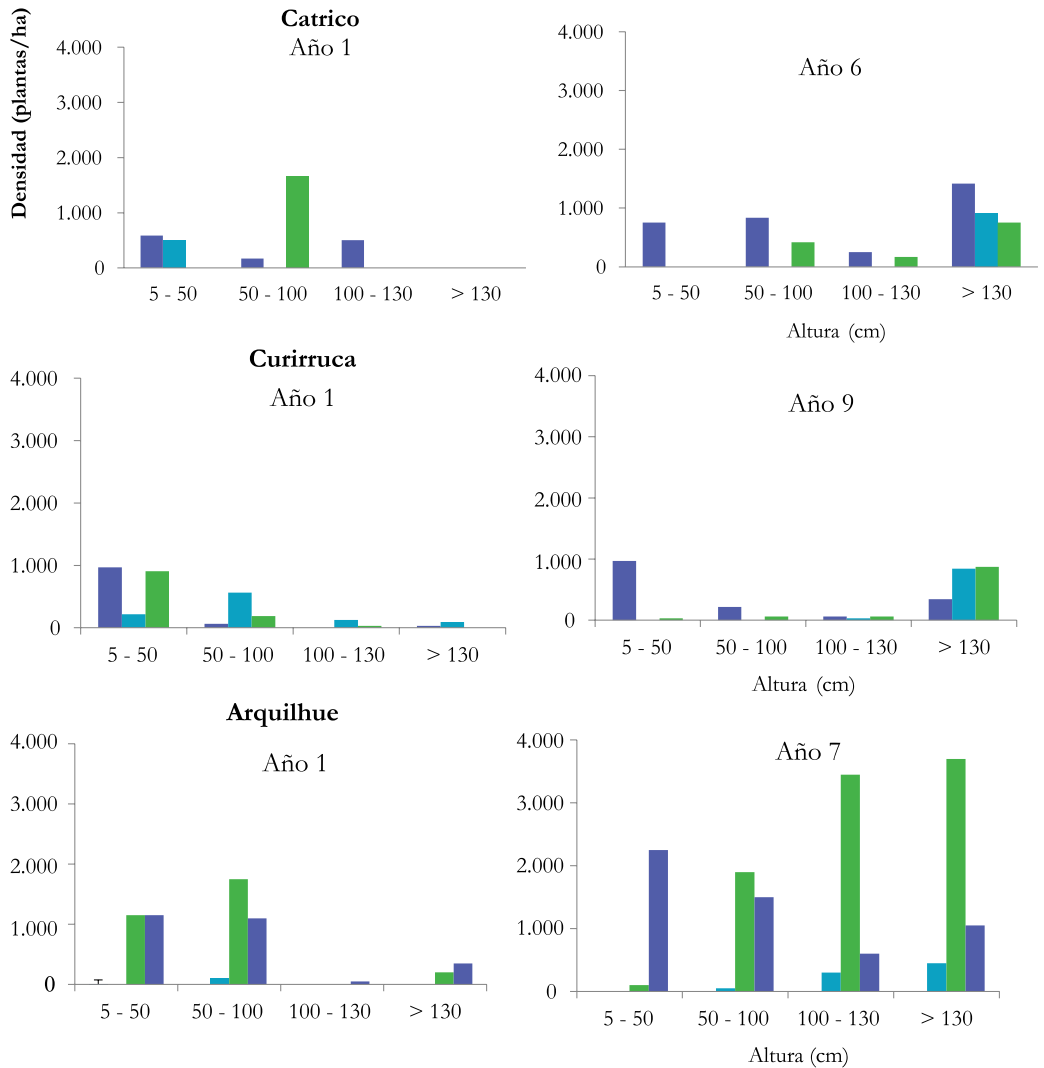


Figura 20. Altura de la regeneración en los rodales estudiados.

CONCLUSIONES

En los tres rodales la regeneración natural logra establecerse lentamente, y un porcentaje de hasta un 73 % corresponde a regeneración de origen vegetativo. La plantación de roble y raulí ha sido exitosa y ya genera una cobertura de protección para el posterior establecimiento de la regeneración natural.

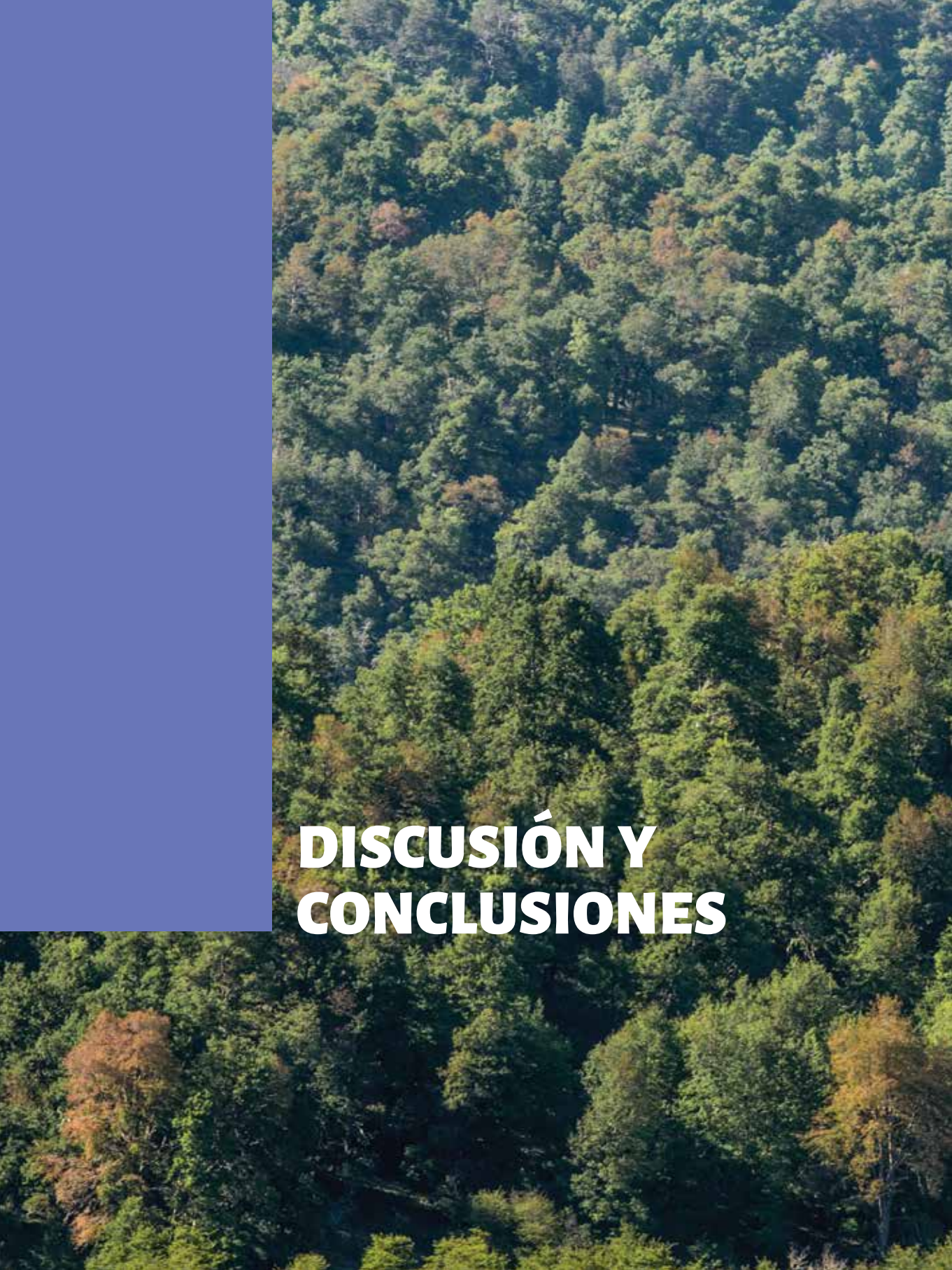


VENTAJAS DEL MÉTODO

- » Los resultados muestran que la regeneración natural se logró establecer en los tres rodales, fundamentalmente a través de plantas de origen vegetativo.
- » Este método es de fácil aplicación debido a la simpleza de su operatividad, considerando que permite dividir el rodal en varias fajas de igual tamaño.
- » El método permite conseguir un volumen importante de madera, que se obtiene de la cosecha dentro de la faja y que puede alcanzar fácilmente el 50 % del volumen del rodal.
- » Si se toman todos los resguardos para asegurar el establecimiento de la regeneración, se puede tener un nuevo rodal formado en un corto período de tiempo.

DESAFÍOS DEL MÉTODO

- » Si bien la regeneración natural se logra establecer según las características del lugar, esto puede ocurrir a un ritmo lento. En el caso de Catrico, después de 6 años se tiene una regeneración establecida, compuesta en un 83 % por regeneración natural. No obstante, en Curírruca la regeneración se ha establecido más lentamente y después de 9 años se tiene una densidad de 3.500 plantas/ha, de las cuales un porcentaje importante corresponde a la plantación de raulí.
- » Se requiere la realización de control de malezas, sobre todo si no hay una buena fuente de semillas (árboles semilleros) o si la cosecha se llevó a cabo en un año de mala semillación. Este control se debe hacer al menos durante los primeros años de efectuada la corta.
- » Las actividades de plantación suplementaria y control de malezas aumentan los costos del establecimiento, lo cual debe ser cubierto por el propietario.
- » Se deben analizar bien las especies que se utilizarán en la plantación suplementaria. Estas necesariamente deben ser de las mismas especies que existían originalmente en el rodal.

An aerial photograph of a dense forest. The trees are mostly green, with some showing signs of autumn in shades of brown and orange. The forest is thick and covers a large area. The text 'DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES' is overlaid on the bottom right of the image.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En la actualidad, un manejo multifuncional del bosque es una premisa para que el manejo forestal sea considerado sustentable. Se puede evidenciar que los bosques nativos y, en especial, los renovales del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue presentan un potencial de crecimiento en respuesta a tratamientos silviculturales. Su manejo representa una oportunidad para generar bienes y servicios que son demandados ahora.

Si bien existen antecedentes y propuestas para mantener y aumentar la multifuncionalidad del bosque —de las cuales algunas son expuestas en este documento—, se podría avanzar de forma más dirigida con su implementación al conocer las necesidades y prioridades en relación con las funciones deseadas según cada territorio.

En lo normativo, un paso importante ha sido la incorporación del manejo multietáneo a la tabla de valores que rige los subsidios de la Ley de Bosque Nativo, aunque requiere de algunos ajustes técnicos para poder ser aplicada íntegramente. Otro antecedente conocido por el sector y presentado en este documento es el alto potencial que tienen los renovales de Roble-Raulí-Coihue en relación con la producción maderera sustentable económica y ambientalmente, y la sorprendentemente baja superficie manejada.

Después de 16 años de tramitación, en el año 2008 se promulga la Ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. Esta tiene como objetivo impulsar el progreso social y económico de las comunidades rurales en equilibrio con la protección del medioambiente, potenciando el concepto de un manejo sustentable del bosque nativo. Sin embargo, al día de hoy no se ha logrado un manejo masivo y sustentable del recurso. Las razones para ello son múltiples y diferenciadas según las características del propietario del bosque. Existen algunos estudios que han abordado este aspecto social del manejo del bosque nativo. Destacan entre ellos las publicaciones de Reyes (2017, 2020). A continuación se presenta un primer acercamiento a lo que parecen ser las causas principales, requiriendo aún un mayor estudio y respaldo científico para ser concluyentes.

Los pequeños propietarios tienen en promedio más de 60 años y presentan bajo nivel educacional (Reyes, 2017), situación que constituye un obstáculo para acceder a beneficios e instrumentos de apoyo ofrecidos por diferentes instituciones del Estado (UACH, 2012).

En general, su sistema productivo muestra una diversidad de actividades, en las que la ganadería es muchas veces la principal fuente de ingresos. El bosque nativo es otra fuente de recursos de intervención ocasional, de la que extraen principalmente leña para el consumo doméstico y comercializan los excedentes de manera informal a orilla de camino. Los sistemas productivos varían entre regiones y con ello el rol del bosque para los propietarios, así como los costos asociados a las distintas actividades silvícolas (Reyes, 2017; UBB, 2012).

Las empresas medianas están dedicadas a la producción sustentable de madera nativa y son otra realidad. Estas se encuentran en un escenario en el que el mercado está altamente concentrado y controlado por grandes empresas, principalmente con madera de especies de rápido crecimiento (Ramos *et al.*, 2019), y el mercado de las maderas nativas no sobrepasa el 5 % (Cabas *et al.*, 2014). Para poder mantenerse en este escenario, requieren de bajos costos administrativos y alta flexibilidad en las operaciones a objeto de poder responder al mercado de forma oportuna. Para ellos el mayor obstáculo ha sido la rígida normativa relacionada con el manejo de bosque nativo, para la cual han presentado propuestas siempre bajo un estricto régimen de sostenibilidad (Aprobosque *et al.*, 2020).

Las grandes empresas se dedican a la producción de biomasa forestal a través de plantaciones de rápido crecimiento, y a pesar de que su patrimonio de bosque nativo es también considerable, no se dedican a su manejo. En lo silvícola un desafío importante es generar experiencias en relación con el tránsito que se da entre el raleo a la regeneración. Como se ha visto en este informe, los renovales ya se encuentran en un estado de desarrollo en que su crecimiento anual es relativamente bajo, y una vez que alcanzan diámetros que optimicen su utilización, llega el momento de la cosecha y regeneración. Esta es la situación de una gran parte de los renovales que tienen su origen en la fuerte intervención antrópica del paisaje hasta mediados del siglo 20. Para lograr esta regeneración de forma exitosa se requiere aún más investigación.





Otro aspecto por abordar es de índole normativo. El Reglamento de Suelo, Agua y Humedales, por ejemplo, regula la mantención de una cobertura mínima de bosque en una superficie. Con un 30 %, esta es alta en relación con los requerimientos de luz de la regeneración de algunas especies, roble y coihue, entre otras.

Una gran oportunidad que se ha abierto por medio de la Ley 20.283 es la de estudiar y corregir el nivel de información y conocimiento que se tenía sobre el bosque nativo y sus funciones. Es por esto que a partir del año 2010 se empiezan a financiar proyectos de investigación a través del Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN), el cual cuenta con un comité de expertos que definen las líneas y objetivos de investigación.

Desde el año 2010 se financiaron 195 proyectos en 88 líneas de investigación. Las temáticas han ido cambiando durante los diferentes concursos, sin embargo, se han mantenido temas relacionados con un manejo sustentable del bosque nativo y la caracterización del recurso forestal y humano asociado a este.

De los proyectos ejecutados se han obtenido muchos resultados que permiten actualmente mejorar la aplicación de la ley, enfocar los esfuerzos en zonas prioritarias, identificar los problemas que presentan los beneficiarios, ajustar costos y otros.

Estos resultados deben ser aplicados ahora para que los bosques nativos puedan ser manejados en forma sustentable, respetando su diversa funcionalidad y obteniendo productos de alto valor que permitan aumentar los ingresos provenientes de ellos.

En particular, en relación con el Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue, se han financiado proyectos específicos que abordan el problema de los costos para la producción maderera, sistemas de manejo sustentables, problemas sanitarios (*Proholopterus chilensis*), restauración y sistemas de corta y regeneración. Algunos de estos han concluido y reportan interesantes resultados que se encuentran disponibles en la página del Fondo (<https://investigacion.conaf.cl>). Otros sitios en los que se encuentran los resultados de investigaciones aplicadas relacionadas con el bosque nativo son la Biblioteca del Instituto Forestal, INFOR (<https://bibliotecadigital.INFOR.cl/>), y la Plataforma del Sistema de Monitoreo de Ecosistemas Forestales, SIMEF (<https://simef.minagri.gob.cl>).

The image features a dense, lush green forest covering a hillside. The trees are of various heights and shades of green, creating a textured canopy. On the left side of the image, there is a solid, vertical blue bar. Overlaid on the bottom right of the forest, within the blue bar's area, is the word "REFERENCIAS" in a bold, white, sans-serif font.

REFERENCIAS

- Abrams, M.D.; Copenheaver, C.A.; Black, B.A.; van de Gevel, S. (2001). Dendroecology and climatic impacts for a relict, old-growth bog forest in the Ridge and Valley Province of central Pennsylvania, USA. *Can. J. Bot.* 79: 58–69.
- AIFBN (2012). Informe Final: Evaluación del Fondo de Conservación, Recuperación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo. Licitación 1590-29-LE11: Evaluación de la Ley N° 20.283 sobre recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, para la Subsecretaría de Agricultura. 240 p. Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo.
- Altamirano, A.; Schlegel, B.; Thiers, O.; Miranda, A.; Pilquina, B.; Orrego, R. y Rocha, C. (2015). Disponibilidad y potencial energético de la biomasa del bosque nativo para el desarrollo de la dendroenergía en el centro-sur de Chile. *Bosque* 36 (2): 223-237.
- Aprobosque, CIFAG, Corma (2020). Propuesta Plan de Manejo Predial – Alianza por el Desarrollo del Bosque Nativo. (Sin publicar)
- Araya, L. (2011). Radiografía del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue en Curacautín. Conaf Curacautín.
- Avilés, B. (1993). Untersuchungen zur waldbaulichen Behandlung und Bewirtschaftung von Renovalesbeständen in Mittelchile. Diss. Forstwissenschaftliche Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland.
- Bahamóndez, C.; Pugin, A.; Martín, M.; Peña, O.; Jofré, P.; Müller-Using, S. y Rojas, Y. (2010). Estudio Potencial de mitigación del cambio climático asociado a la Ley sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. Informe Final. Odepa. 22 p.
- Black, B.A. and Abrams, M.D. (2003). Use of boundary-line growth patterns as a basis for dendroecological release criteria. *Ecol. Appl.* 13: 1733–1749.
- Büchner, C., M. Martín, Y. Rojas, R. Sagardía y F. Guzmán. (2020). Proyecciones de madera nativa proveniente de Renovales de Roble-Raulí-Coihue entre las regiones del Ñuble a Los Ríos. Informe Técnico– Instituto Forestal, Valdivia
- Burschel, P.; Gallegos, C.; Martínez, O. y Moll, W. (1976). Composición y dinámica regenerativa de un bosque virgen mixto de raulí y coihue. *Bosque* 1 (2): 55-74.
- Cabas, J.; Vásquez, B. y Veloso, F. (2014). Diseño e implementación de estrategias de comercialización de productos y servicios madereros y no madereros provenientes del Bosque Nativo. Informe FINAL PROYECTO 030/2014. UNIVERSIDAD DEL BIO-BIO Centro de Investigación y Desarrollo en Agronegocios. Concepción.
- Conaf (2011). Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile. Monitoreo de cambios y actualizaciones. Período 1997-2011. Santiago de Chile.
- Conaf, Conama, BIRF (2019). Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. UACH/ PUC/UCT.
- Conaf - DED - GTZ – KFW (1999). Proyecto Conservación y Manejo Sustentable de Bosque Nativo. Santiago, 1999.
- Cruz, P., F. Cid, E. Rivas, E. Neira y J. Ladrón de Guevara. 2012. Evaluación de la Ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. Subsecretaría de Agricultura. Informe Final. Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo, p. 240. Cubillos, 1988.

- Dey, D.C.; Knapp, B.O.; Battaglia, M.A. y Deal, R.L. (2019). Barriers to natural regeneration in temperate forests across the USA. *New Forests* 50: 11-40.
- Dípres (2013). Informe Complementario. Evaluación de Programas Gubernamentales (EPG) del Programa Bosque Nativo. Santiago, Chile.
- Donoso, C. (1981). Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Documento de Trabajo 38. Investigación y Desarrollo Forestal (FAO). Santiago de Chile, p. 82.
- Donoso, C. (1993). Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. *Ecología Forestal*. Editorial Universitaria, p. 483.
- Donoso, P. (1988). Caracterización, crecimiento y proposiciones silviculturales para comunidades de *Nothofagus* en el Área Protección "Radal-7 Tazas", VII Región. Tesis Ing. For., Fac. Cs. For., Universidad Austral de Chile, p. 101.
- Donoso, P., Donoso, C. y Sandoval, V. (1993). Proporción de zonas de crecimiento para bosques secundarios de roble y raulí en sus rangos de distribución natural. *Bosque* 14 (2): 37-56.
- Donoso, P.J.; Donoso, C. y Navarro, C. (2014). Manejo de Ecosistemas Forestales. En: Donoso C., M.E. González, A. Lara (Eds.) *Ecología Forestal. Bases para el Manejo Sustentable y Conservación de los Bosques Nativos Chile*. Ediciones UACH, Valdivia, Chile. Pp. 505-525.
- Donoso, P.J.; Ponce, D.B. y Salas-Eljatib, C. (2018). Opciones de manejo para bosques secundarios de acuerdo a objetivos de largo plazo y su aplicación en bosques templados del centro-sur de Chile. En Donoso, P.J., A. Promis y D.P. Soto (Eds.) *Silvicultura de bosques nativos: Experiencias en silvicultura y restauración en Chile, Argentina y el oeste de Estados Unidos*. Valdivia, Chile. The Chile Initiative, OSU College of Forestry, pp. 93-115.
- Elizalde Mac-Clure, R. (1971). La sobrevivencia de Chile. Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero, Santiago, Chile.
- Emanuelli, P. (2006). Perspectivas comerciales del manejo de bosque nativo de pequeños y medianos propietarios: una aproximación desde la experiencia del PCMSBN. *Bosque Nativo* 067-136.
- Espinosa, M.; García, J. y Peña, E. (1988). Evaluación del crecimiento de una plantación de raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) a los 34 años de edad. *Agro-ciencia* 4: 67-74.
- Esse, C.R.; Navarro, C.O. y Pinares, J.C. (2007). Curvas de índice de sitio para *Nothofagus dombeyi* en la zona preandina, provincia de Cautín, IX Región, Chile. *Bosque* 28 (2): 142-151.
- FIA (2011). Bosque Nativo en Chile: situación actual y perspectivas. Fundación para la Innovación Agraria. Estudios para la Innovación. Santiago, p. 113.
- Fierro, D. (1998). Experiencia Silvicultural del bosque nativo de Chile. (Conaf/GTZ, Ed.) Santiago, Chile.
- Gastó, J. (1979). *Ecología: el hombre y la transformación de la naturaleza*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Gilchrist, J. y De la Maza, C. (1980). Algunos antecedentes para el manejo de renovales de raulí (*Nothofagus alpina* (Poep. et Endl.) Oerst). Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Boletín Técnico. N° 61, p. 30.
- Grosse, H. (1989). Renovales de Raulí, Roble, Coihue y Tepa: Expectativas de Rendimiento. Ciencia e Investigación Forestal. Instituto Forestal, Santiago, Chile. Pp. 37-72
- Grosse, H. (2009). Silvicultura del bosque nativo chileno, función histórica y proyecciones futuras sobre la base de manejo sustentable. Instituto Forestal, p. 136.

- Grosse, H. y Quiroz, I. (1998). Renovales de raulí y roble en el sur de Chile. Conference: Actas Primer Congreso Latinoamericano IUFRO: el manejo sustentable de los recursos forestales: desafío del siglo XXI, 22 al 28 de noviembre de 1998, Valdivia, Chile.
- Grosse, H. y Quiroz, I. (1999). Silvicultura de los Bosques de Segundo Crecimiento de roble, raulí y coihue en la Región Centro-Sur de Chile. En Donoso, C. y A. Lara (Eds.) Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. Pp. 95-128.
- INE (2007). VII Censo nacional agropecuario y forestal. Resultados preliminares 2006-2007. Santiago, Chile.
- INFOR (Instituto Forestal), 2013. Anuario forestal 2013. Boletín técnico N° 140, Santiago, Chile.
- INFOR-INIA, 2014. Informe Final Proyección Escenario Línea tendencial 2013 y Escenarios de mitigación del sector Silvoagropecuario y Cambio de Uso de Suelo. Proyecto 81013-Proyecto MAPS CHILE: Mitigation Options for Addressing Climate Change (Alternativas de mitigación para enfrentar el Cambio Climático), p. 275.
- Lara, A.; Donoso, C. y Aravena, J.C. (1996). La conservación del bosque nativo en Chile: problemas y desafíos. En Armesto J., C. Villagrán, M. Arroyo (Eds.) Ecología de los bosques nativos de Chile, Santiago, Chile. Editorial Universitaria, p. 335-362.
- Lara, A.; Donoso, C.; Donoso, P.; Núñez, P. y Cavieres, A. (1999). Normas de manejo para raleo de renovales del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue. Silvicultura de los bosques nativos de Chile. Editores C. Donoso y A. Lara. Pp. 129-144.
- Lara, A.; Echeverría, C. y Donoso, C. (2000). Guía de ensayos silviculturales en los bosques nativos de Chile. World Wildlife Fund, Universidad Austral de Chile.
- Lara, A.; Little, C.; Echeverría, C.; Cortés, M.; Thiers, O.; Otero, L. y Neira, E. (2006). Crecimiento de Renovales y Estudios Complementarios para la Silvicultura y Gestión Forestal de la Empresa Lousiana Pacific Chile S.A. Estudio Técnico Lousiana Pacific Chile S.A.- Universidad Austral de Chile.
- Lara, A.; Little, C.; Urrutia, R.; McPhee, J.; Álvarez-Garretón, C.; Oyarzún, C.; Soto, D.; Donoso, P.; Nahuelhual, L.; Pino M. y Arismendi, I. (2009). Assessment of Ecosystem Services as an Opportunity for the Conservation and Management of Native Forest in Chile. *Forest Ecology and Management* 258: 415-424.
- Lara, A.; Reyes, R. y Urrutia, R. (2010). Bosques Nativos. En informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile 2008. Santiago, Chile. Instituto de Asuntos Públicos. Centro de Análisis de Políticas Públicas. Universidad de Chile. Pp. 126-171.
- Little, C. y Lara, A. (2010). Restauración ecológica para la recuperación de la provisión de aguas en cuencas forestales del centro-sur de Chile. *Bosque* 31(3): 175-178.
- López, L. y Fuenzalida, F. (1998). Algunos problemas identificados en la comercialización de productos provenientes del bosque nativo. Proyecto GTZ-Conaf.
- Lorimer, C.G. and Frelich, L.E., 1989. A Methodology for Estimating Canopy Disturbance Frequency and Intensity in Dense Temperate Forests. *Can. J. For. Res.* 19: 651-663.
- Martin, M. y Müller-Using, S. (2012). Descripción del Estado actual de Renovales de Roble-Raulí-Coihue: Regiones del Biobío a Los Ríos. Informe Técnico Nr. 188. INFOR. Santiago, Chile, p. 22.

- Martínez, A. (1999). Silvicultura práctica en renovales puros y mixtos y bosques remanentes originales del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue. In Donoso C, A Lara (Eds.) Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. Pp. 145-175.
- Martínez Pastur G.; Peri. P.; Fernández, C.; Staffieri, G. and Lencinas, M. (2002). Changes in understory species diversity during the *Nothofagus pumilio* forest management cycle. Journal of Forest Research 7 (3): 165-174.
- Mujica, R. (1997). Descripción del Estado actual de Renovales de Roble-Raulí-Coihue: Regiones del Biobío a Los Ríos. Tesis de Grado. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Müller-Using, B.; Quiroz, I.; Bahamóndez, C.; Martin, M. und Mujica, R. (2008). Sekundärwälder von *Nothofagus obliqua* und *N. alpina* in Chile zwischen 36° und 41° südlicher Breite. Forstarchiv 79, 66-77.
- Müller-Using, B.; Galdames L. y Gómez, M. (2009). Análisis del estrato de árboles remanentes, del estado de la regeneración y de la vegetación competitiva en dos bosques de *Nothofagus obliqua* en la fase terminal de cortas de protección, ubicados en el área de Curacautín, Región de La Araucanía, Chile.
- Müller-Using, S.; Müller-Using, B.; Martin, M.; Grosse, H. y Mujica, R. (2012). Estado actual y modelos silvícolas para los renovales de *Nothofagus* en la zona centro-sur de Chile. Valdivia, Chile. Instituto Forestal, p. 32.
- Müller-Using, S.; Martin, M.; Siebert, H.; Müller-Using, B.; Uribe, J.L. y Rojas, Y. (2013). Antecedentes y Herramientas para la Regeneración del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue. Informe Técnico N° 197. Reporte de Prácticas Silvícolas. Instituto Forestal, Valdivia, Chile.
- Müller-Using, S.; Martin, M.; Bahamóndez, C. y Uribe, J.L. (2014). Regeneración natural bajo el concepto de la silvicultura cercana a la naturaleza: Antecedentes técnicos del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue. Fondo de Investigación del Bosque Nativo. Instituto Forestal. Valdivia, Chile, p. 115.
- Nowacki, G.J and Abrams, M.D. (1997). Radial-growth averaging criteria for reconstructing disturbance histories from presettlement-origin Oaks. Ecol. Monogr. 67: 225–249.
- Otero, L. (2006). La Huella del fuego. Historia de los bosques nativos. Poblamiento y cambios en el paisaje del sur de Chile. Pehuén Editores Santiago, Chile.
- Otero, L. (2010). De la Naturaleza al Paisaje. Ecología y Arquitectura del Paisaje del Sur de Chile. Ediciones Kultrun, Valdivia, Chile.
- Palik, B.J. and Pretzinger, K.S. (1993). The repeatability of stem exclusion during even-aged development of Bigtooth Aspen dominated forests. Canadian Journal of Forest Research 23: 1156-1168.
- Pilquinao, B.; Martin, M.; Müller-Using, S.; Rojas, Y.; Villalobos, E.; Guíñez, R.; Barrientos, M. (2020). 30 años de manejo de renovales de roble: un análisis de la reacción en crecimiento y estructura. (en publicación). No citado.
- Pincheira, M. (1993). Evaluación de raleos aplicados en un renoval de raulí (*Nothofagus alpina* (Poep. et Endl) Oerst) y roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb(Oerst)) Ubicado en el Fundo Jauja, Provincia de Malleco, IX Región. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile, p. 68.
- Pollmann, W. and Veblen, T. (2004). *Nothofagus* regeneration dynamics in South-Central Chile: A test of a general model. Ecological Monographs, 74 (4). Ecological Society of America, pp 615-634.

- Promis, A.; Caledentey J. e Ibarra, M. (2010). Microclima en el interior de un bosque de *Nothofagus pumilio* y el efecto de una corta de regeneración. *Bosque* 31(2): 129-139.
- Puente, M.; Donoso, C.; Peñaloza, R. y Morales, E. (1979). Manejo de renovales de raulí (*Nothofagus alpina*) y roble (*Nothofagus obliqua*). Proyecto Conaf/PNUD/FAO-CHI/76/003. Documento de trabajo N° 29, p. 84.
- Puente, M.; Peñaloza, R.; Donoso, C.; Paredes, R.; Núñez, P.; Morales, R. y Engdahl, O. (1981). Estudio de raleos y otras técnicas para el manejo de renovales de raulí y roble. Instalación de ensayos de raleo. Proyecto Conaf/PNUD/FAO-CHI/76/003. Documento de trabajo N°41. 47 pp.
- Quiroz, I.; García, E.; Hernández, A.; González, M.; Chung, P. y Soto, H. (2011). Evaluación y análisis de los métodos de regeneración aplicados en el Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue de la precordillera de los Andes de la Región del Maule. Estado y condición de la regeneración natural. INFOR-Minagri. Concepción, Chile, p. 64.
- Ramos, M.; Gatica, F.; Rebolledo, A. y Rosales, V. (2019). Encadenamiento Productivo para la Asociatividad de Aserraderos Pymes, Basado en Diseño de Productos. Cuarto Congreso Latinoamericano de Estructuras de Maderas. Montevideo, Uruguay.
- Rentch, J.S.; Desta, F.; Miller, G.W. (2002). Climate, canopy disturbance, and radial growth averaging in a second-growth mixed-oak forest in West Virginia, USA. *Canadian Journal of Forest Research* 32 (6): 915-927.
- Reyes, R., Blanco, G., Lagarrigue, A., Rojas, F. (2017). Ley de Bosque Nativo: Desafíos Socioculturales para su Implementación. Instituto Forestal y Universidad Austral de Chile, p. 82.
- Reyes, R. (2020). Promotores socioeconómicos de la pérdida y degradación del bosque nativo en Chile. Informe Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales, Simef. FAO-Ministerio de Agricultura, Chile. Informe Técnico, p. 81.
- Rocuant, L. (1969). Raleos en renovales de roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb) Oerst) y raulí (*Nothofagus alpina* Poepp. et Endl.) en la cordillera de Nahuelbuta, p. 8.
- Rojas, Y. (2007). Modelo de planificación forestal con fines múltiples en bosques secundarios de Roble-Raulí-Coihue: Aplicación a la comuna de Lanco en Chile. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingeniero de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Pp. 204.
- Rojas, Y. y Solana, J. (2009). Valoración del paisaje en bosques de renovales de Roble-Raulí-Coihue. *Revista Ciencia e Investigación Forestal*. Instituto Forestal/Chile. Volumen 14 (1): 149-166.
- Rojas, Y.; Ruiz-Tagle, M.; García-Robredo, G. y Solana, J. (2010). Multiple-use forest planning model for second-growth forests of Roble-Raulí-Coihue (*genus Nothofagus*). *Eur. J. Forest Res.* 129: 947-960.
- Rojas, Y.; Müller-Using, S.; Martin, M. y B. Müller-Using. (2013). Rentabilidad económica de distintas propuestas silvícolas para los renovales de *Nothofagus* en el centrosur de Chile. Informe Técnico 193. Instituto Forestal, Chile, p. 23.
- Simef (2020). Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales (Simef). Plataforma Digital. (<https://simef.minagri.gob.cl>)
- Salas, C.; Donoso, P.; Vargas, R.; Arriagada, C.; Pedraza, R. y Soto, D. (2016). The Forest Sector in Chile: An Overview and Current Challenges. *Journal of Forestry -Washington-* 114 (5): 562-571.

- Salerni, E. and Perini, C. (2004). Experimental study for increasing productivity of *Boletus edulis* s.l. in Italy. *Forest Ecology and Management* 201: 161-170.
- Schlegel, B.; Little, C.; Urrutia, M.; Hernández, G. y Pastén, R. (2020). Incorporando la Multifuncionalidad en la Evaluación Económica de Proyectos de Restauración de Bosques Nativos Siempreverdes en el Sur de Chile. *Ciencia e Investigación Forestal* 26 (1): 23-40.
- Tahvanainen, V.; Miina, J.; Pukkala, T. y Kurttila, M. (2018). Optimizing the joint production of timber and marketed mushrooms in *Picea abies* stands in eastern Finland. *J. For. Econ.* 2018, 32, 34–41.
- Trotsiuk, V.; Pederson, N.; Druckenbrode, D.; Orwig, D.; Bishop, D.; Barker-Plotkind, A.; Fraverh, S. and Martin-Benito, D. (2018). Testing the efficacy of tree-ring methods for detecting past disturbances. *Forest Ecology and Management* 425 (2018) 59–67.
- UACH (2012). Caracterización física y socioeconómica del bosque nativo en tenencia de pequeños propietarios y su proyección productiva en la provincia de Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Laboratorio de Geomática, Instituto de Manejo Forestal, Valdivia.
- UBB (2012). Determinación de la Estructura de Costos de las actividades silviculturales bonificables destinadas a manejar y recuperar los renovales de Roble-Raulí-Coihue en el centro-sur de Chile para fines de producción maderera. Universidad del Biobío. Informe Final Proyecto 66/2011. Concepción.
- Valdebenito, G.; Campos, J.; Larrain, O.; Aguilera, M.; Kahler, C. y Ferrando, M. (2003). Boletín Divulgativo N°13. Hongos Comestibles No Tradicionales. Changle, Loyo, Gargal, Digüeñe, Chicharrón, Pique.
- Veblen, T.T. (1985). Stand dynamics in Chilean *Nothofagus* forest. In Pichett, STA., P.S. White (Eds.) *The ecology of natural disturbances and patch dynamics*. Pp. 35-51.
- Veblen T.T. (1992). Regeneration dynamics. Pages 152-187 In: D.G. Glenn-Lewin, R.K. Peet, and T. Veblen, editors. *Plan succession* Chapman and Hall, London, UK.
- Veblen, T.T.; Donoso, C.; Schlegel, F.M. and Escobar, B. (1981). Forest dynamics in south-central Chile. *Journal of Biogeography* 8: 211-247.
- Vergara, G.; Schlegel, B.; Little, C.; Mujica, R. y Martin, M. (2019). ¿Degradación o Degradado? Necesidad de una Propuesta Conceptual para Recuperar la Funcionalidad y Capacidad Productiva de los Bosques. *Ciencia e Investigación Forestal* 25(1): 69-79.
- Weinberger, P. y Ramírez, C. (2001). Microclima y regeneración natural de Raulí, Roble y Coihue (*Nothofagus alpina*, *N. obliqua* y *N. dombeya*). *Bosque* 22 (1): 11-26.
- Zúñiga, C. (2013). Rutas de Recolección en La Araucanía. Edición Fondart Nacional, Línea de Investigación y Estudio para el Fomento de la Artes, Temuco, Chile.



INFOR

www.infor.cl