

Informe Técnico 197

REPORTE DE PRÁCTICAS SILVÍCOLAS 2013

Antecedentes y Herramientas para la Regeneración del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe

Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile
INFOR

INFOR

Instituto Forestal - Chile
Sucre 2397 Ñuñoa, Santiago
Teléfono 56 2 3667115
www.infor.cl

ISBN N°
978-956-318-093-0

Sabine Müller-Using[1]
Marjorie Martin[2]
Herbert Siebert[3]
Burkhard Müller-Using[4]
José Luis Uribe[5]
Yasna Rojas[6]

1 Ingeniera Forestal, Investigadora INFOR Sede Valdivia, smuller@infor.cl

2 Ingeniera Forestal, Investigadora INFOR Sede Valdivia, mmartin@infor.cl

3 Ingeniero Forestal, Consultor, Valdivia

4 Ingeniero Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción

5 Ingeniero Forestal, Investigador INFOR Sede Valdivia, juribe@infor.cl

6 Ingeniera Forestal, Investigadora INFOR Sede Valdivia, yrojas@infor.

Tabla de contenido

RESUMEN 3

INTRODUCCIÓN 4

¿Qué es la regeneración natural? 8

Ventajas de la regeneración natural. 8

Condiciones para que se produzca la regeneración natural de la masa forestal. 8

ESTADO DE ARTE 10

INVENTARIO DE REGENERACIÓN EN LA MACRO REGIÓN CENTRO SUR DE CHILE 15

Metodología 15

Resultados y Análisis 17

REVISIÓN DE EXPERIENCIAS DE COSECHA Y REGENERACIÓN 24

Condiciones limitantes para la regeneración - descripción de casos 25

Alto riesgo de daños por extracción del rodal remanente en Renoval de roble, región de la Araucanía 25

Baja presencia de Regeneración natural de roble en Hoyo de Luz, Región de Los Ríos 26

Vegetación competitiva tras cosecha de fustal de roble, Región de Los Ríos 27

Falta de regeneración por pisoteo y ramoneo de ganado en renoval de roble, Región de Los Ríos 28

Situaciones de regeneración exitosa 29

Corta de Entresaca de árboles maduros con preparación del suelo, Cordillera de los Andes, Región de los Ríos. 29

Regeneración natural de roble tras floración de colihue, Cordillera de los Andes, Región de los Ríos 30

Regeneración de roble en la orilla del bosque, Región de Los Ríos 31

Regeneración natural de raulí bajo dosel, Región del Bio Bio 32

ESQUEMA DE DIAGNÓSTICO Y PLANIFICACIÓN PARA LA REGENERACIÓN EN EL TIPO FORESTAL ROBLE-RAULÍ-COIGÜE 33

Del manejo de una masa forestal del tipo Roble-Raulí-Coigüe y su dinámica natural. 33

De la ordenación de la faena 35

Esquema de diagnóstico y planificación 37

Recomendaciones de medidas preventivas y correctivas 38

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 43

ANEXO 1 - Clasificación botánica utilizada en el inventario 45

ANEXO 2 - Evaluación económica regeneración natural 46

ANEXO 3 - Información auxiliar 48

Resumen

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 dicha 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.



La regeneración natural, eventualmente en combinación con algunas intervenciones puntuales, es en muchos casos la alternativa más económica y ecológicamente acertada en comparación con la plantación.

Una regeneración natural bien lograda forma bosques acordes al sitio y, por lo general, de elevada diversidad de especies y de estructura. Sin embargo existe el riesgo de que plantas indeseadas (p. ej. *Chusquea quila*), la escasez o mala calidad de semillas, la existencia de ganado, para solo nombrar algunos factores, no permitan su establecimiento en el futuro inmediato o cercano.

Con el objetivo de asistir la regeneración natural en masas del tipo Roble-Raulí-Coigüe se elaboró este documento. En su primera parte se realiza una breve revisión bibliográfica sobre antecedentes ecológicos importantes que deberían ser tomados en cuenta al regenerar las principales especies de este tipo forestal. Además se presentan los resultados de un inventario sistemático de la regeneración del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe en su área de distribución, entre la Región del Bio Bio y la Región de Los Ríos.

En una segunda parte se describen las principales limitantes de la regeneración natural a través de casos reales, como también experiencias de regeneraciones exitosas. Finalmente se propone la utilización de un esquema de diagnóstico y planificación para apoyar al silvicultor en emprender el desafío de una regeneración natural asistida. Esta incluye recomendaciones prácticas y se anexa información auxiliar.



Introducción

El tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe es fuertemente influenciado por la intervención humana. Se trata, en esta fase sucecional, de un bosque dominado por una o varias de las especies de *Nothofagus* que le dan el nombre. Por su carácter pionero, éstas determinan la característica de un bosque mono-estratificado que, en el transcurso del tiempo, tiende a un bosque mixto multi-estratificado en el cual las especies tolerantes se van estableciendo bajo la cobertura de los *Nothofagus* para llenar cada vez más el espacio fustal. Esto último ocurre, sí los recursos de agua y nutrientes lo permiten.

Ver los renovales, solo en su aspecto actual, es por lo tanto un enfoque cortoplacista. Los datos del Inventario Continuo del INFOR (http://mapaforestal.infor.cl) demuestran que, desde el Norte al Sur del área natural de este tipo forestal, el componente de especies tolerantes asociados con los *Nothofagus* va en aumento. Si el forestal, a través de una cosecha y regeneración de estos bosques secundarios interviene en este ciclo sucesional, no debe olvidarse de los procesos dinámicos que está siguiendo su objeto, facilitando en vez de impedir este desarrollo. Es por ello que un tratamiento que respete el carácter multietáneo de estos bosques mixtos sería lo ideal desde el punto de vista ecológico. Por otro lado, la meta de producción no debe ser necesariamente el estado final del camino sucesional, el cual lleva a un porcentaje bajo o nulo de los *Nothofagus*. Lo importante es mantener los principales elementos de estos bosques y procesos para no empobrecer el sistema ecológico que los hace funcionar. De esta forma se evita provocar respuestas negativas e inesperadas.

En términos concretos esto significa que no se le puede imponer a un bosque natural cualquier ciclo de corta, como se puede hacer

con una plantación de pino o eucalipto. No se debe eliminar el sotobosque, por que con eso se puede incentivar la vegetación indeseada como la quila. Al reducir el grado de cobertura en forma abrupta por debajo de un límite cuidadosamente definido en base a los resultados de la investigación pertinente, sin que se agrave el estado de degradación que ya caracteriza a tantos miles de hectáreas de este recurso (Müller-Using *et al*. 2013).

Los bosques del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe han sido objeto de programas de manejo sustentable durante al menos los últimos 20 años concentrándose las actividades en el raleo. De ello se prometía una ordenación del recurso y una optimización de su productividad. Por tratarse de masas forestales relativamente homogéneas, de fácil acceso y compuestas por especies de buen crecimiento y madera de valor, son actualmente objeto priorizado en la entrega de incentivos a raleo mediante la ley de bosque nativo. Sin embargo parte de este recurso ya se encuentra económicamente maduro para la cosecha. En otros casos se encuentra en estados de muy bajas densidades y/o en condiciones de calidad en las cuales es aconsejable su cosecha y regeneración para renovar y mejorar la masa forestal (Araya 2010; Müller-Using *et al.* 2013). Silvícolamente se considera



que un bosque se encuentra en condiciones para la cosecha y regeneración cuando:

a) parte de sus árboles han alcanzado el diámetro objetivo (en caso de que la meta sea lograr un alto porcentaje de madera aserrable su DAP no debiera estar bajo los 45 cm y hasta 60 cm ; DAP = diámetro a la altura de pecho);

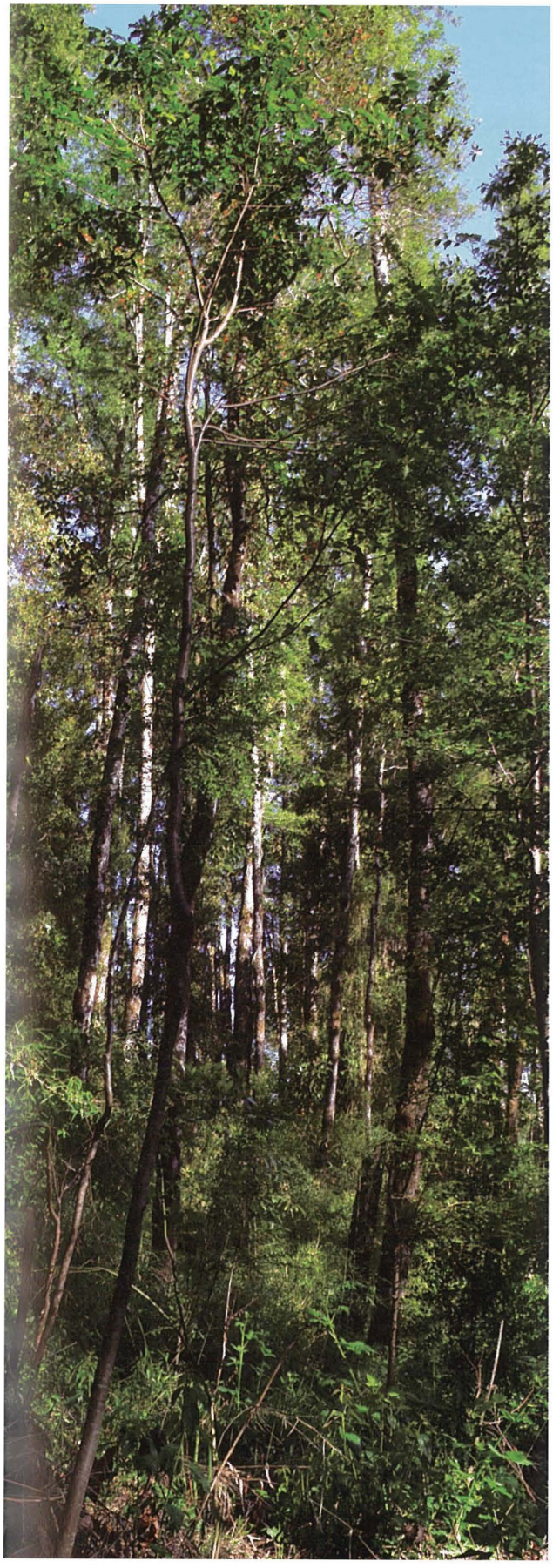
b) su calidad deficiente obliga a una comercialización muy por debajo del valor potencial de sus productos, p.ej. la cosecha sólo permite obtener leña, por lo cual no tiene sentido esperar productos más nobles;

c) la combinación de especies no refleja el potencial del sitio o es económicamente insatisfactoria (p. ej. por efectos de floreos anteriores);

c) su densidad es tan baja que no se aprovecha el potencial productivo del sitio (cosechas entremedias excesivas). En este caso se considera principalmente la regeneración.

A diferencia al tema de su raleo, no hay muchas experiencias en el país que se refieren a una exitosa regeneración del recurso, hecho que ha llevado a los autores a emprender la elaboración de pautas prácticas para esta tarea. Aún estamos lejos de tener una solución a todos los desafíos relacionados con la regeneración del bosque nativo y el trabajo no se terminará con esta publicación. Sin embargo se hizo el intento de resumir en un documento la experiencia actual para que asista al silvicultor en su labor en terreno. Se tomó en cuenta el estado de arte, ensayos de regeneración monitoreados por INFOR, los resultados preliminares generados en el marco del proyecto





FIBN "Regeneración bajo el concepto de la silvicultura cercana a la naturaleza: antecedentes técnicos del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe", y la experiencia de silvicultores expertos en el área.



Existen dos enfoques fundamentales para la regeneración de una masa forestal. Estos son la regeneración artificial, aplicada p. ej. en el sistema chileno de manejo de plantaciones forestales y la regeneración natural, favorecida generalmente en los bosques naturales por sus grandes ventajas ambientales y su característica de ser de costos reducidos. En el presente documento se optó por el enfoque de la regeneración natural considerando que en muchas oportunidades, esta debe ser asistida para lograr el objetivo deseado. La presente guía se refiere a la regeneración natural de bosques del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe. En este contexto se desea dejar en claro que la meta del manejo de una masa forestal no es regenerarla, sino hacerla producir y que la regeneración en el momento adecuado es fundamental para mantener el sistema productivo. En una masa forestal del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe, la regeneración de los *Nothofagus* pasa a ser un tema verdaderamente relevante, a partir del momento en que dicha masa presenta árboles maduros para ser cosechados.

¿QUÉ ES LA REGENERACIÓN NATURAL?

A diferencia de las plantaciones, la regeneración natural permite asegurar naturalmente la regeneración del bosque, a partir de la semilla de los árboles adultos del lugar (para nuestros fines, árboles de buena forma). El apego a los procesos naturales que implica este método, tiene muchas ventajas para el manejo del ecosistema bosque, tanto ecológicas, como económicas. Algunas de ellas se mencionan a continuación.

VENTAJAS DE LA REGENERACIÓN NATURAL.

Cuando se trabaja con regeneración natural y se aplican correctamente las técnicas necesarias,

- se tienen costos menores de establecimiento (preparación de la superficie, plántulas, plantación etc.);
- se trabaja con densidades mucho más altas de las que se pueden alcanzar al plantar aprovechando una selección temprana e intensa por competencia natural;
- se evitan riesgos de prendimiento y el shock de transplante;
- se evitan o se producen reducidos costos de cuidados culturales en los primeros años;
- se asegura la adaptación y la diversidad genética, y
- se evitan alteraciones mayores en el ecosistema.

Entre las desventajas en comparación con la plantación se pueden nombrar:

a) la restricción a especies cuyas semillas estén disponibles en el lugar;

b) las exigencia de un sustrato apto para la germinación de las especies deseadas;

c) el mayor tiempo necesario para que las nuevas plantas salgan de un estado de competencia con las especies herbáceas y arbustivas; y que

d) en general el tiempo de establecimiento de la regeneración natural es mayor;

Estas desventajas se evitan cuando están dadas las condiciones necesarias para que se produzca una buena regeneración natural.



CONDICIONES PARA QUE SE PRODUZCA LA REGENERACIÓN NATURAL DE LA MASA FORESTAL.

La ciencia y la experiencia nos entregan los requerimientos de cada especie.

Cada especie que se pretenda regenerar naturalmente posee su tolerancia a la sombra y sus requerimientos de luz propios. Los diferentes métodos de corta y regeneración nos permiten crear las condiciones necesarias para que la regeneración natural de cada una de las diferentes especies deseadas, funcione.

Para ello deben darse las siguientes condiciones:

- producirse suficientes semillas viables. Esto a su vez significa que, en el lugar deben existir árboles semilleros de las diferentes especies que deseamos tener en la futura masa forestal;
- que funcione la diseminación de las semillas. Los agentes diseminadores de las semillas de las diferentes especies deben estar presentes;
- el suelo mineral en el sotobosque debe estar expuesto;
- darse la humedad y temperatura (y en algunas situaciones) la estratificación para que la semilla pueda germinar;
- la luz debe ser suficiente para que las plántulas germinadas desarrollen; y,
- la vegetación competitiva debe ser escasa o controlada.

Para proteger la regeneración establecida, las próximas intervenciones de corta o cosecha deben ser planificadas y fiscalizadas profesionalmente y realizadas por personal capacitado, tanto en el volteo como el madereo. La superficie debe contar con un sistema de fajas de madereo diseñado técnicamente, trazado y habilitado para extraer la madera a cosechar y, debe garantizarse la exclusión de ganado de esta superficie.

El alto potencial de regeneración natural del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe tuvo como resultado la gran cantidad de renovales que existen en el centro sur de Chile (cerca de un millón de hectáreas). Sin embargo no son muchas las experiencias donde se haya logrado inducir una regeneración natural dentro del marco legal de cobertura continua de bosque. Objetivo del presente reporte es aportar para revertir esta situación y alentar a enfrentar este desafío silvícola.

Existen estudios que han abordado situaciones de regeneración del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe cuyos principales resultados sobre todo en relación a las condiciones para que se produzca la regeneración natural de la masa forestal se resume en el primer capítulo.

En el segundo capítulo se entrega los resultados de un inventario dirigido a conocer la regeneración existente en el tipo forestal Roble-Raulí-Coigue en el año 2011, lo que refleja la capacidad regenerativa bajo dosel de las distintas especies que componen este tipo forestal.

Las pocas experiencias existentes en el tipo forestal Roble-Raulí-Coigue tanto exitosas como fracasadas han entregado antecedentes importantes a considerar en el proceso de rejuvenecimiento del bosque. En el tercer capítulo se describen algunas de estas experiencias, que muestran limitaciones y éxito de la regeneración natural. Finalmente se entrega la información extraída de estas experiencias de forma sistematizada, complementada con recomendaciones prácticas tanto preventivas, como correctivas. Esta orientación incluye antecedentes técnicos silvícolas y en menor grado también económicos.

Estado de arte

Las herramientas del silvicultor para lograr una regeneración natural deseada son principalmente el manejo del sustrato sobre el cual caerán las semillas y el régimen de luz y semisombra que ayudan a que las plántulas de las especies deseadas puedan establecerse con éxito. Fundamental para planificar el manejo del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe, resulta por ende conocer la dinámica propia de estas especies del género *Nothofagus* y sus acompañantes. Coigüe califica como especie intolerante a la sombra, sin embargo se le encuentra en un gran rango de luminosidad creciendo en áreas abiertas pero también bajo la sombra del rodal entreabierto. Raulí es semitolerantes a la sombra y roble intolerante. En gran medida las especies arbóreas acompañantes, fuera de este género, son tolerantes. En términos prácticos esto significa que coigüe es un colonizador nato, siempre y cuando disponga de suficiente pluviometría durante el año, lo que ocurre básicamente en las Regiones de Los Ríos y Los Lagos y parcialmente en La Araucanía. Raulí y roble se desarrollan mejor con un cierto nivel de protección lateral, lo que se hace más necesario a medida que se avanza hacia el norte de la distribución de las especies. A esto se agregan las condiciones edafo-climáticas de cada sector a intervenir y la exposición.

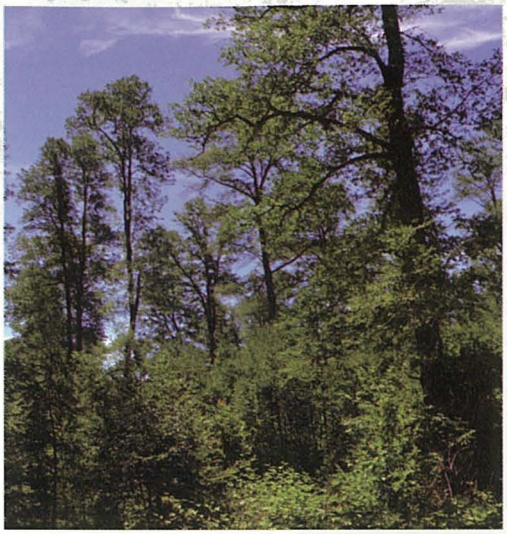
Los estudios relacionados a la regeneración natural del bosque del tipo Roble-Raulí-Coigüe no son muy abundantes pero revisando la literatura al respecto se encuentran experiencias valiosas que pueden guiar al silvicultor en las faenas de cosecha y regeneración natural. Se entrega a continuación un breve resumen de una selección de trabajos, resaltando los resultados que puedan tener importancia en la aplicación práctica.

De gran importancia se consideran los estudios de dinámica natural de regeneración publicados por Veblen y colaboradores. (Pollmann y Veblen 2004, Veblen 1992; Veblen 1989a, Veblen 1989b, Veblen y Donoso 1987, Veblen *et al* 1979). En ellos se entrega importante información sobre el origen de los bos-



ques de *Nothofagus* en la zona geográfica de los grandes lagos en el Sur de Chile. **Se sostiene que roble como representante de las bajas y medianas altitudes s.n.m. necesita de disturbios de gran escala para instalarse, como lo son incendios, deslizamientos de tierra masivos después de terremotos y lluvias de cenizas volcánicas, mientras que raulí, por su mayor tolerancia a la sombra, tiene mejor capacidad de instalarse también en los espacios más pequeños, originados por la caída de árboles senescentes.** Read y Hill (1985) abordaron la dinámica de bosques de roble, raulí y coigüe a través de las características fotosintéticas de estas especies, también en comparación con especies del mismo género en otros continentes. **De todas las especies analizadas, raulí resultó ser la especies más tolerante a la sombra mientras las características de roble y coigüe eran similares.** Los autores atribuyen las dificultades de regenerar de estas especies a la alta competencia de bambusáceas en su zona de distribución, relevando la importancia de disturbios mayores. En una silvicultura con regeneración natural, que por basarse en procesos naturales debe ser con apego a la naturaleza, estos conocimientos deben ser integrados.

También los resultados de Burschel *et al.* (1976) han entregado información importante respecto a las condiciones de regeneración natural de las especies raulí y coigüe. Tras cuatro años de observación de un bosque virgen dominado por raulí y coigüe en la cordillera de los Andes en la provincia de Valdivia, Burschel y sus colaboredores llegan a la conclusión de que la fructificación en ambas especies no debiera ser una barrera para la regeneración natural, dado que los períodos de baja fructificación son cortos (dos años). **Limitantes podrían ser la caída de semillas sobre una capa de hojarasca que ni permite que la raíz alcance suelo mineral y la densa cobertura del dosel (80%) que limita la disponibilidad de luz. Por otro lado se recomienda evitar las aperturas muy bruscas por dar oportunidad de crecimiento explosivo solo al colihue**, como especie competidora.



Existen además tres estudios, de Weinberger y Ramirez (1999; 2001) y Weinberger (2006), que aportan información muy valiosa respecto de los requerimientos de luz, temperatura y evapotranspiración de la regeneración de distintas especies nativas. Analizan para regeneración de roble, raulí y coigüe entre otras, en distintas ubicaciones geográficas, las relaciones entre presencia y brote de estados juveniles con estas variables microclimáticas, encontrando claras diferencias entre las especies. **Según estos resultados roble se encuentra en un rango de luminosidad entre 8 y 45% de la luz al exterior del rodal. Para coigüe y raulí este rango es aproximadamente entre 5 y 30%.**

Grosse (1988) parte de la estructura de rodal y establece una relación entre los parámetros de área basal, cobertura de copas, sobrevivencia de plantas de raulí y roble, plantadas bajo dosel, y su desarrollo en altura. **Entre 13 y 37 m^2 de área basal, lo que equivale a 35% hasta 87% de cobertura, la sobrevivencia fue de un 80% aproximadamente. En condiciones de plena luz roble mostró mejor sobrevivencia que raulí.** Una vez establecidas bajo estas con-

diciones, las plantas mostraron un crecimiento en altura bastante superior a condiciones de semi-sombra. En un control posterior, 19 años después de haberse efectuado la plantación, se encontró también regeneración natural tanto de raulí (20%) como de roble (64%) (Grosse, 2009).

Müller-Using (1973) midió la luminosidad al interior de renovales de Roble-Raulí-Coigüe en el Parque Nacional Nahuelbuta y - más al norte- cerca de Parral, después de haber realizado un inventario meticuloso tanto de los estratos superiores del arbolado como de la regeneración natural existente. Encontró una clara relación entre el nivel de luz relativa y el número de plantas en el estrato de la regeneración. En el interior del rodal de Parral se midieron 15% de la luz exterior encontrándose 24.100 plantas/ha del genero Nothofagus, mientras los valores de la parcela de Nahuelbuta eran 7% y 8000/ha respectivamente. En ambos casos, la participación de roble entre las plantas de Nothofagus era la más baja: 600/ha en Los Chenques y 650/ha en Nahuelbuta. **Como luminosidad mínima para que sobreviva una planta de roble en el estrato de regeneración se determinó un 2% (promedio diario en Lux). En un estudio sobre el desarrollo de plántulas de roble, raulí y coigüe bajo diferentes grados de sombra controlada en vivero, roble mostró menos tolerancia a la sombra que raulí, manteniendo coigüe una posición intermediaria.** (Müller-Using *et al.*, 1981). El mismo autor cuenta datos de investigación a partir de ensayos de plantación en la Región del Bio Bio aún no publicados, donde analiza el comportamiento de las especies roble raulí y hualo bajo diferentes grados de luminosidad expresados en porcentaje de la luz al exterior de rodal. Los tratamientos analizados son tala rasa (91%), sombra lateral (78%), planta nodriza (63%) y sombra vertical (51%). Los resultados indican que **roble tiene la mayor sobrevivencia (95%) y mejor crecimiento en altura con sombra lateral, mientras que raulí tiene una buena sobrevivencia (80%) con sombra lateral y vertical y el mejor crecimiento en altura en el tratamiento de plantas nodrizas.**

Quiroz *et al.* 2009 realizaron una evaluación y análisis de los métodos de regeneración aplicados en el tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe y llegaron a la conclusión que la alta heterogeneidad de los bosque en cuanto a la distribución y calidad de los individuos requiere de variados métodos silviculturales para lograr su equilibrio, en cuanto a estructura vegetacional



como en su calidad maderera. **Se plantea la necesidad de definir criterios y no esquemas de intervención**, de modo de lograr adecuarse a las múltiples opciones de manejo posibles de aplicar en el bosque nativo, por lo tanto se requiere además, de una adecuación del sistema administrativo del Estado ya sea en la gestión, en el sistema de incentivos, entre otras.

Respecto del prendimiento y desarrollo de plantas de coigüe y raulí en hoyos de luz y a campo abierto existen diversos estudios llevados acabo por el Instituto de Silvicultura de la Universidad Austral. En un estudio en la Región de Los Ríos (Donoso *et al.* 2013) se observó durante dos temporadas el crecimiento de coigüe y raulí plantados en claros de distintos tamaños (entre 43 - 734 m^2). Los autores concluyen que **el prendimiento es bueno en todas las situaciones, siendo para raulí más favorable los claros medianos. En cuanto al crecimiento, coigüe aumentó con el tamaño del hoyo de luz mientras raulí no fue afectados por el tamaño del claro.**

Con respecto a áreas de demostración, en donde se puedan observar cortas de cosecha en bosques de roble-raulí con estratos de regeneración arbórea bien logrados, hay escasez de reportes. Müller-Using y Galdames (2009) encontraron dos rodales adultos de roble en el área de Curacautín con una **regeneración muy bien lograda de más de 20.000 plantas por 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 m^2 y 37 y 13 m^2 respectivamente.** La situación de competencia vegetal en estas mismas áreas la determinaron Gómez y Müller-Using (2009) encontrando que *Chusquea culeou* era la especie más competitiva con densidades de entre 15.000 y 49.000 cañas/ha, situaciones que no fueron suficientes para inhibir la copiosa regeneración. Estos dos ejemplos de "Corta de Protección con distribución uniforme de los árboles remanentes" mostraron un manejo adecuado, dirigido a través de varios planes de manejo autorizados por CONAF y cumplidos por el propietario. Sin embargo de los casos que se encuentran en la realidad prevalecen aquellos que son resultado de la casualidad y muy pocos pueden reclamar por sí de ser resultado de esfuerzos profesionales dirigidos a este objetivo.

A partir de observaciones en terreno se puede concluir que una de las principales razones del fracaso de la regeneración es sin duda el acce-



so de ganado a los renovales adultos, sea este deseado o indeseado por parte de los propietarios. En la pequeña propiedad con sus sistemas mixtos agrícola-ganadero-forestal el bosque no cumple únicamente fines madereros sino sirve también de pastizal invernal (quila) y protección.

Otra razón es la vegetación competitiva, como la quila (*Chusquea quila*) que suele instalarse en los bosques de especies de alta exigencia de luz, en caso que no alberguen estratos inferiores compuestos de especies tolerantes. Estas últimas son capaces de llenar el espacio fustal inhibiendo el traspaso de mucha luz al estrato herbáceo, frenando su desarrollo.

En tercer lugar puede nombrarse el clima local y micro clima que facilitan o inhiben el éxito de la regeneración, por lo menos a corto plazo. Es conocido, por ejemplo, que la especie raulí tiene problemas en su desarrollo juvenil en exposiciones norte y se conoce el fenómeno de secuencias de meses con poca o nula precipitación estival en algunos años, situación que repercute en la mortalidad de las plántulas del primer año con su arraigo todavía no muy profundo.

Respecto de la cantidad y calidad de las semillas hay reportes sobre ataques de insectos, hongos, aves y roedores a las semillas reduciendo fuertemente su vitalidad o causando su pérdida bajándose con ello el rendimiento en plántulas de la semillación.

Para el desarrollo posterior de las plántulas es necesaria la adecuada dosificación de luz que penetre el dosel de las copas y llegue a ras de suelo para optimizar su fotosíntesis y evitar a la vez exageradas tasas de transpiración y calentamiento de los tejidos vegetales. Las plantas de roble, como especie de alta exigencia de luz, requieren para ello condiciones de una semi-sombra, que pueda ser sólo de tipo lateral o vertical, esta última resultado de una cobertura semi-abierta de los árboles padres



remanentes. Estas condiciones luminosas, sin embargo, son parecidas a las que favorecen las especies del género *Chusquea*, que constituyen los principales competidores en las fases jóvenes del desarrollo del roble.

Otro aspecto que peligra que una regeneración establecida prospere, es el cuidado en operación de extracción de los árboles adultos remanentes. Se observan en la práctica situaciones de regeneración establecida con éxito pero posteriormente dañada por las actividades de la ultima corta de cosecha. Por otro lado también se conocen casos en que la permanencia prolongada de los árboles padres han causado estancamiento y problemas de calidad al no ser removidos a tiempo.

Todos estos antecedentes son necesarios de tomar en cuenta al momento de iniciar una cosecha con el objetivo de regenerar naturalmente la masa forestal y algunas se retomarán con una mirada práctica en el capítulo 3. Además es importante conocer la situación actual de la regeneración a nivel del tipo forestal y cuya descripción se entrega a continuación.

Inventario de regeneración en la macroregión centro sur de chile

El Inventario Forestal continuo de ecosistemas forestales que realiza el Instituto forestal colecta información sobre el estado de los bosques incluyendo la regeneración arbórea existente entre otras variables. Desde esta base de datos se analiza y compara la distribución, abundancia y riqueza de las plantas para cada una de las regiones de este estudio.

METODOLOGÍA

Los datos del Inventario Forestal Continuo que se distribuye sobre una grilla sistemática de conglomerados distanciada a 5 km en dirección este-oeste, y 7 km en su dirección norte-sur, desde donde se han seleccionado los correspondientes al tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe en su estructura de renovales para las regiones del Bio-Bio, Araucanía y Los Ríos. Cada conglomerado consiste en 3 unidades de registro en forma de "L" invertida, ubicadas en una área de 1.200 m^2.

A su vez la muestra de regeneración consiste en 3 subparcelas circulares de 1 m^2 cada una, que se establecen en las 3 unidades de registro que conforman los conglomerados de muestra, de acuerdo a la metodología detallada en su manual de terreno (Martin, 2009). En cada subparcela se determina la especie arbórea y su abundancia según clase de altura reconociendo 4 clases o estratos. El primer estrato contiene plantas menores a los 50 cm de altura, luego viene el rango con plantas mayores a 50 cm y menores a 1 metro de altura; el tercer estrato considera plantas mayores a 1 m y hasta 1,3 m de altura y finalmente el estrato 4 consiste de plantas que superan 1,3 m de altura y cuyo DAP no exceden los 4 cm.

Estos puntos totalizan 335 conglomerados: 121 en la región del Bio-Bio,126 en la región de la Araucanía y 88 en la región de Los Rios. De esta base solo 299 conglomerados tienen efectivamente regeneración arbórea, es decir el 89% de la muestra. En la figura 1 se muestra el mapa con la distribución de los conglomerados seleccionados.

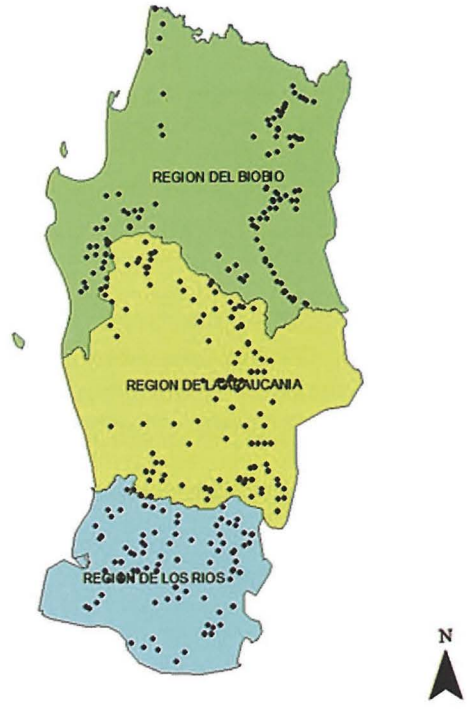


FIGURA N°1: DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS CONGLOMERADOS SOBRE EL TIPO FORESTAL ROBLE-RAULÍ-COIGÜE DE LAS REGIONES DEL BIO BIO, ARAUCANÍA Y LOS RÍOS QUE PARTICIPAN EN ESTE ESTUDIO.

Dada su distribución sistemática los conglomerados recogen una gran variabilidad de condiciones de crecimiento bosques densos, semidensos y abiertos, bosques en sus primeros estados de desarrollo y otros con niveles más avanzados, así también los grados de intervención en que se encuentran, recordando en este punto que en general los renovales de Roble-Raulí-Coigüe corresponden a los bosques con mayor intervención (en número de planes de manejo presentados). De modo de reflejar esta variabilidad se presenta en el cuadro 1 un resumen de los dasométricos a nivel de hectárea calculados desde los conglomerados seleccionados

Cuadro 1. Valores de parámetros de rodal para cada región.

Región	Estimador	CC (%)	DAP medio (cm)	DMC (cm)	GHA (m^2/ha)	NHA (arb/ha)
Bio Bio	Media	22,42	22,23	19,64	21,8	863,5
	D.E.	12,48	7,18	6,67	13,96	686,82
	Mín	1,64	10,18	10,13	3,37	201,94
	Máx	54,97	51,01	49,97	86,25	4085,46
Araucanía	Media	32,67	24,76	21,02	27,79	1343,58
	D.E.	13,77	8,56	8,81	15,32	1611,73
	Mín	10,57	11,08	7,25	5,65	100
	Máx	66,29	65,12	66,2	63,33	9595,83
Los Ríos	Media	37,53	28,96	24,51	34,9	1124,34
	D.E.	15,02	11	11,05	19,53	1042,12
	Mín	2,22	11,31	7,36	2,06	121,5
	Máx	84,82	67,6	67,08	90,87	4968,71

Desde la base de Worldclim (http://www.worldclimate.com) se han rescatado las variables climáticas relativas a precipitación y temperaturas medias, mínimas y máximas.

Para la descripción de la variación en abundancia y diversidad de especies encontradas en la muestra se utiliza el índice de Shannon y Weaber (1949) y la riqueza de especies (S). El índice de Shanon refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa

$$H = -\sum_{i=1}^{S} \pi_i \ln \pi_i \qquad \hat{\pi}_i = p_i = \frac{n_i}{N}$$

n_i: es el número de indivduos de la especie i en la muestra.
N: es el número total de individuos en la muestra.
S: es el numero total de especies en la muestra.

De acuerdo a Pla (2006) la diversidad máxima (Hmax= lnS) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes. Un índice de homogeneidad asociado a esta medida de diversidad puede calcularse como el cuociente H/Hmax=H/lnS, que será uno si todas las especies que componen la comunidad tienen igual probabilidad (pi = 1/S). El antilogaritmo de H (eH) cuantifica el número de especies, igualmente abundantes, suficiente para producir el mismo grado de incertidumbre, o sea el mismo valor de H. Cuanto mayor sea la diferencia entre eH y S, el total de especies, menos diversa será la comunidad. Esta cuantificación puede ser útil al comparar gráficos de dispersión del índice de Shannon en función de la riqueza en varias comunidades. Con datos muestrales, Hmax=ln(r) indica qué índice de diversidad de Shannon podría haberse alcanzado con las especies presentes, mientras SH=eH indica cuántas especies equiabundantes serían necesarias para obtener ese índice observado.

Los análisis se realizaron con el paquete estadístico Infostat.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los datos del inventario indican un promedio de 18.348 plantas por hectárea en todos los estratos de regeneración para la macro región. Entre las regiones la diferencia en el promedio general de plantas por hectárea no supera las 500 plantas, siendo por lo tanto muy similares en cuanto al número de plantas, según se muestra en el cuadro 2.

El estrato 1, la regeneración que aún no se ha establecido, corresponde al grueso (62%) de la regeneración total, el siguiente estrato alcanza cerca del 20%, y los dos siguientes estratos, donde la regeneración ya ha empezado a establecerse mantienen un 10% del total de plantas en las parcelas de regeneración.

Cuadro 2. Número de plantas por hectárea que se presentan en los distintos estratos de altura de regeneración por región.

N° plantas /ha	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Total
Bio Bio	12.287	3.278	1.556	1.653	**18.774**
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**

En términos de la participación de roble, raulí y coigüe (cuadro 3) la región del Bio Bio es notoriamente más alta (51%), lo que corresponde con la mayor participación de especies tolerantes en los bosques al sur de esta región. Del cuadro también se observa que en general sobre un 20% de las plantas en el estrato 4 corresponden a estas especies. Si consideramos que en promedio la regeneración total está alrededor de las 18.000 plantas por hectárea, y que en el estrato 4 este número alcanza cerca de 2.000 plantas por hectárea, en términos generales existirían alrededor de 400 plantas por hectárea de roble, raulí y coigüe ya establecidas.

Cuadro 3. Proporción de plantas de roble, raulí y coigüe respecto del total en los distintos estratos de altura de regeneración por región

(%) RORACO	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Total
Bio Bio	63%	37%	17%	27%	51%
Araucanía	38%	23%	13%	26%	31%
Los Ríos	17%	8%	8%	21%	15%

En las figura 2, 3 y 4 se presenta la abundancia en número de plantas por hectárea por región, de las distintas especies encontradas en sus nombre vernáculos. Los nombres científicos, familias, géneros y clase de tolerancia a la sombra se presentan en el anexo 1.

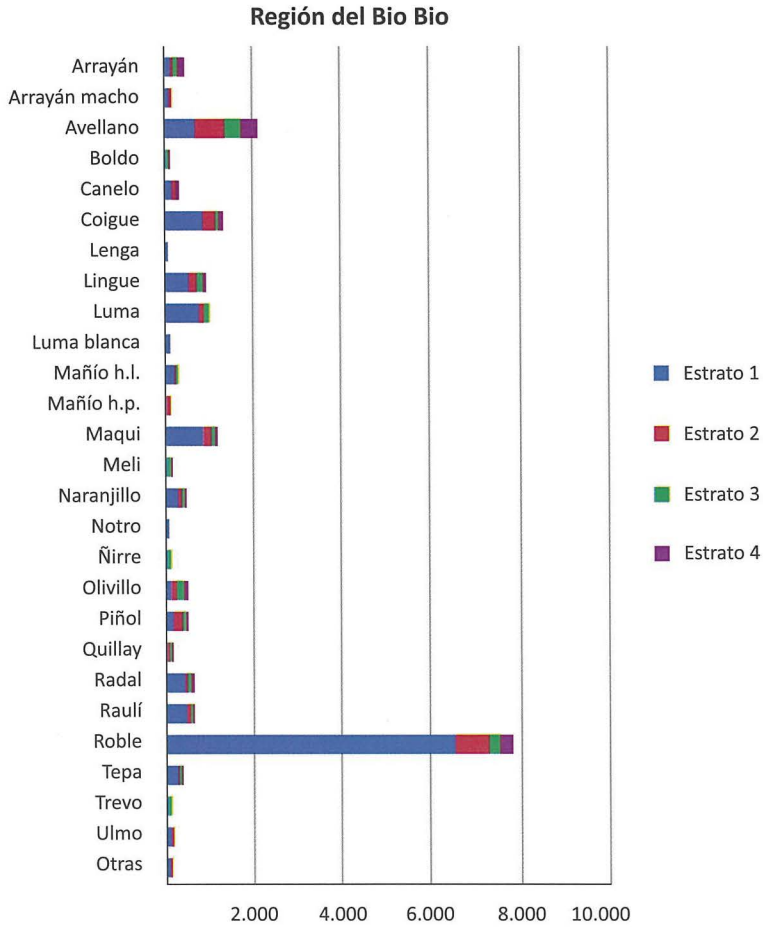


FIGURA 2: NÚMERO DE PLANTAS POR HECTÁREA DE LAS DISTINTAS ENCONTRADAS EN LA REGIÓN DEL BIO BIO.

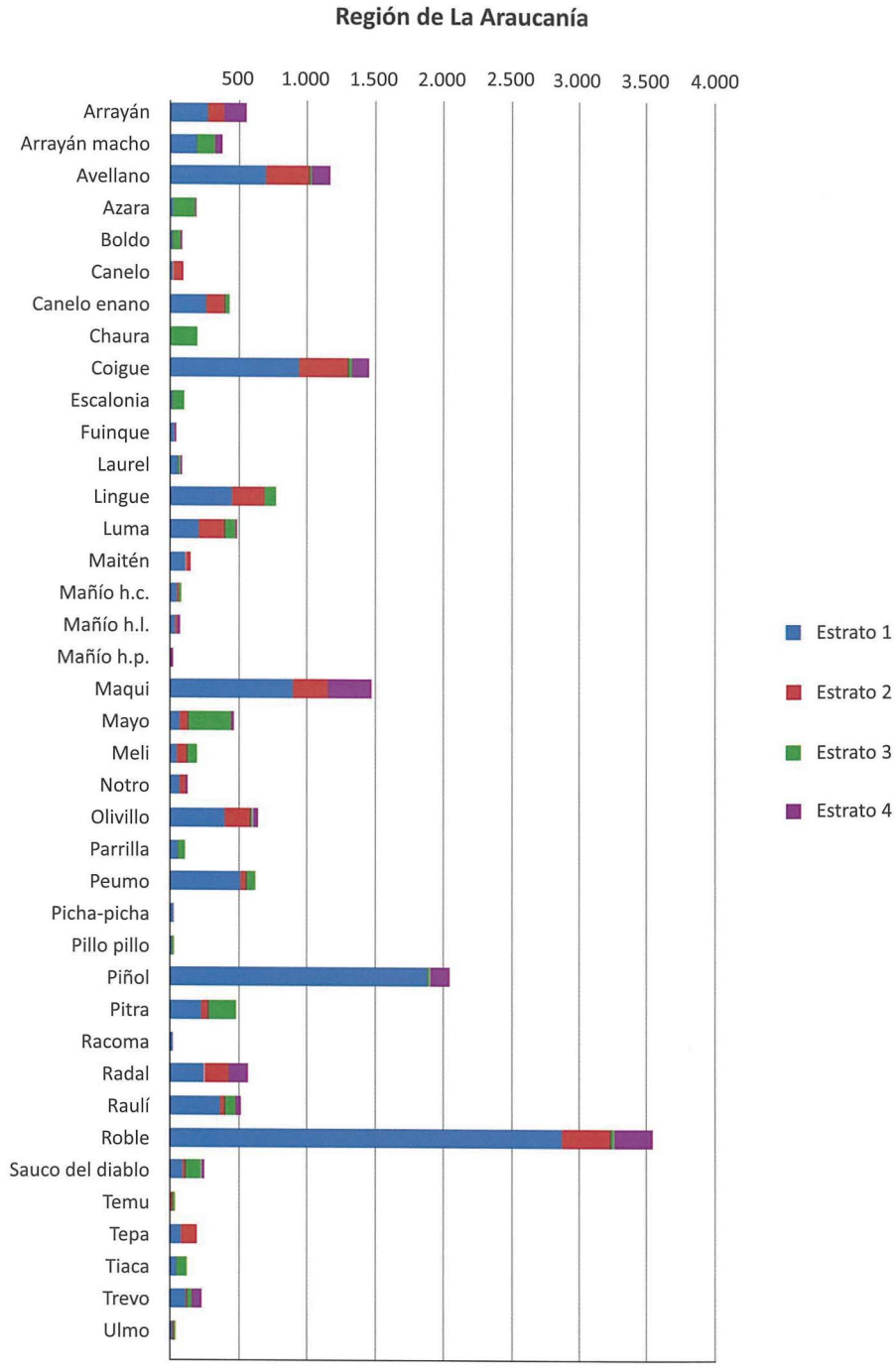


FIGURA 3: NÚMERO DE PLANTAS POR HECTÁREA DE LAS DISTINTAS ENCONTRADAS EN LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA.

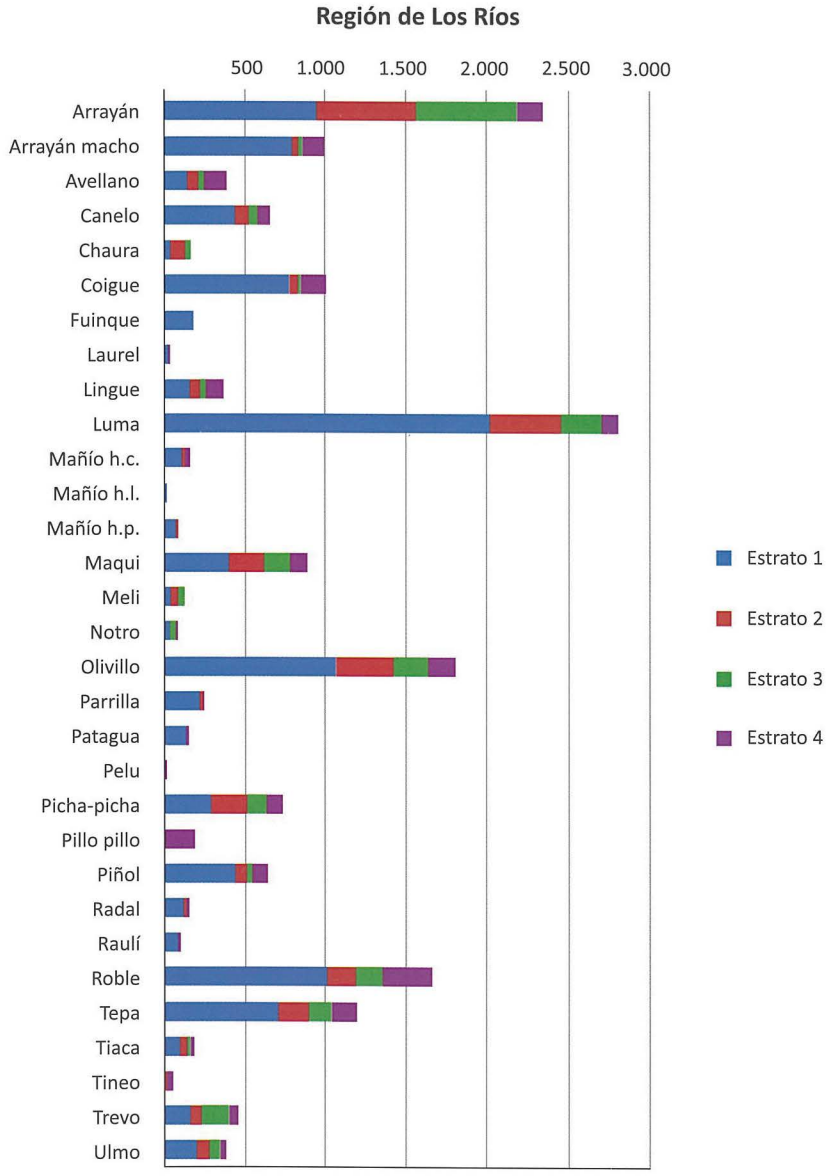


FIGURA 4: NÚMERO DE PLANTAS POR HECTÁREA DE LAS DISTINTAS ENCONTRADAS EN LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA.

Se observa de las figuras que la regeneración de las regiones del Bio Bio y Araucanía se encuentra dominada por roble. En la región de la Araucanía y Los Ríos la participación de las otras especies se vuelve mucho más importante, destaca en Los Ríos la mayor abundancia de mirtáceas.

En términos del número de géneros y familias encontradas en el inventario (cuadro 4) todas las regiones presentan cifras similares, encontrado a nivel de la macro región un total de 32 géneros distribuidos en 22 familias. Las regiones alcanzan en promedio 23 géneros en cerca de 17 familias.

Cuadro 4. Riqueza de Géneros y Familias de las especies arbóreas en las muestras de regeneración por región

Regiones	N° Géneros	N° Familias
Bio Bio	23	17
Araucanía	24	18
Los Ríos	23	16
Macro Región	32	22

El cuadro 5 presenta el índice de biodiversidad y la riqueza en términos del número de especies encontradas en la muestra. En su valor a nivel regional, a pesar de presenta valores similares, es la región de Los Ríos la que presenta una mayor diversidad, esto se relaciona con las distintas especies encontradas y su frecuencia. Si bien la Araucanía tiene una mayor riqueza de especies (37 especies diferentes), la frecuencia de cada una de ellas está más desbalanceada que en la región de Los Ríos. En la región del Bio Bio destaca la baja diversidad del primer estrato de altura, lo que en las gráficas anteriores se ve claramente con la muy abundante regeneración roble, que está predominando en este índice.

Los estratos más bajos en altura tienden a presentar una mayor riqueza, que no logra establecerse en las clases mayores de altura.

Cuadro 5. Índices de Biodiversidad y Riqueza de especies en los estratos de altura de regeneración

Regiones	Índices	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Total
Bio Bio	Shanon	1,94	2,44	2,59	2,47	**2,27**
	N° especies	29	21	20	18	**31**
Araucanía	Shanon	2,70	2,78	2,72	2,53	**2,81**
	N° especies	36	26	24	21	**37**
Los Ríos	Shanon	2,78	2,65	2,43	2,93	**2,86**
	N° especies	28	23	19	26	**31**

El análisis de los grupos de especie según su grado de tolerancia a la sombra se presenta en la figura 5 donde por región se muestra la proporción de especies pioneras, semitolerante y tolerantes encontrada. La tendencia general es que la participación de especies pioneras disminuye de norte a sur, alcanzando cerca del 60% en Bio Bio, sobre el 40% en la Araucanía y 20% en Los Ríos. Estas cifras son opuestas la proporción de especies tolerantes que participan en sobre un 60% en la región de Los Ríos, sobre un 40% en la Araucanía, y cercano al 20% en Bio Bio.

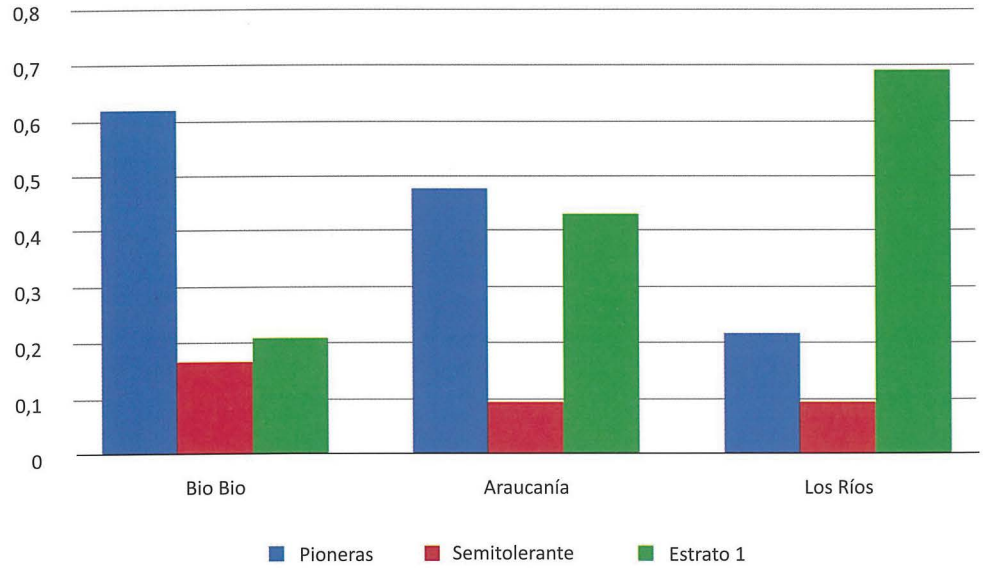


FIGURA 5: PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ESPECIE SEGÚN TOLERANCIA A LA SOMBRA A NIVEL REGIONAL

La presencia de ganado es otra observación registrada por el inventario, que incluye los tres niveles de intensidad: leve, moderada y severa, además de no observada. De acuerdo a esto se estimó la proporción en términos de la regeneración total. Se observa una proporción entre 1 y 5 % de la muestra con niveles de intensidad severa, alrededor de un 20% con intensidad moderada, y entre un 20 y 30% con leve intensidad.

Cuadro 6. Proporción de muestra en los distintos niveles de intensidad de pastoreo

	Leve	Moderada	Severa	No se Observa
Bio Bio	28%	22%	1%	49%
Araucanía	17%	19%	5%	58%
Los Ríos	14%	21%	5%	60%

La figura 6 presenta las gráficas por región que indican la proporción de la regeneración regional (la media estimada por hectárea) que se encuentra bajo los distintos niveles de intensidad de pastoreo, manifestando diferencias entre las regiones, pero con una tendencia general que muestra que cerca del 50% de la regeneración regional se encuentra bajo un nivel moderado de intensidad de pastoreo.

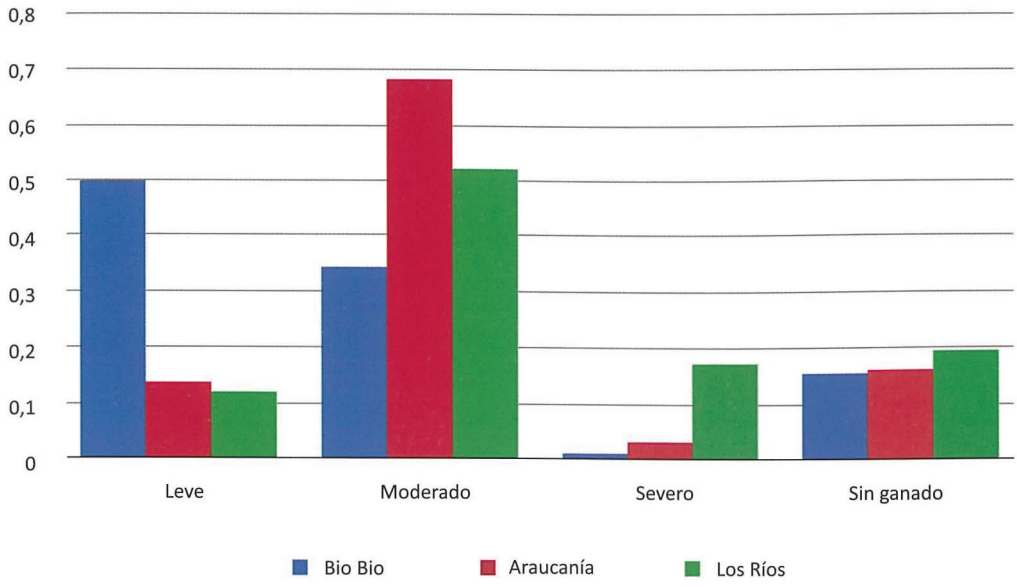


FIGURA 6: PROPORCIÓN DE REGENERACIÓN BAJO DISTINTOS NIVELES DE INTENSIDAD DE PASTOREO

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 presenta a continuación la figura 7 que resume el impacto de bambusaceas. Según se observa sobre el 70% en la región de Los Ríos, y sobre 80% en la Araucanía y Bio-Bio de la regeneración encontrada se presentó bajo nula presencia de bambusaceas.

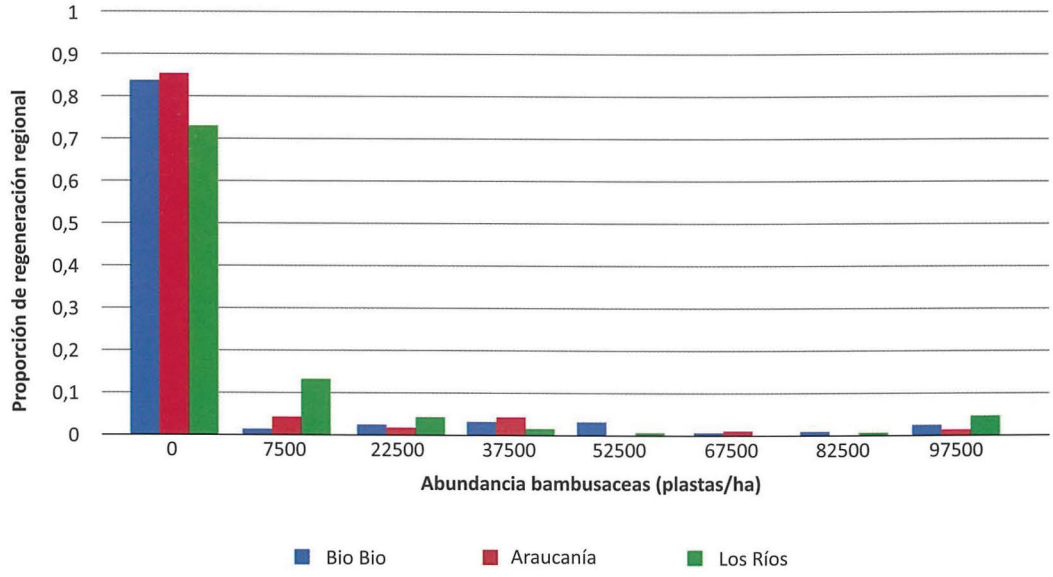


FIGURA 7: PROPORCIÓN DE REGENERACIÓN BAJO DISTINTOS NIVELES DE ABUNDANCIA DE BAMBUSACEAS

Revisión de experiencias de cosecha y regeneración

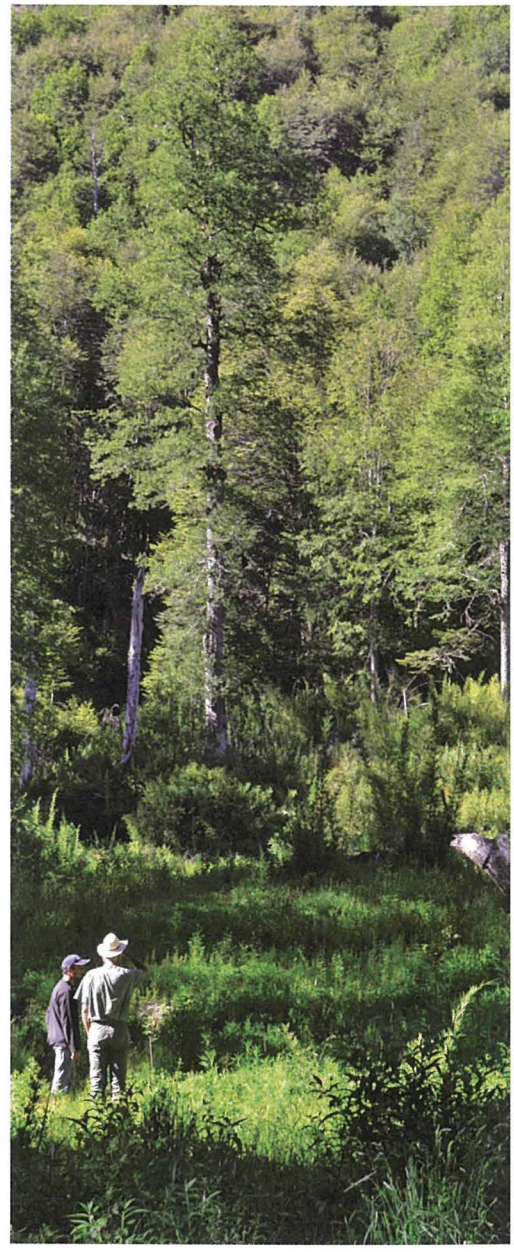
En el estado del arte y la evaluación del inventario ya se han mencionado distintos agentes o situaciones que fomentan o inhiben la regeneración natural. A ellos se le agregan algunos observados en terreno y documentados más abajo. No se consideran en este caso los bosques degradados por usos históricos, dado que su recuperación es una temática que por su gran complejidad y su importancia requiere de un nuevo trabajo.

Se seleccionaron aqui 4 situaciones limitantes para el desarrollo de una regeneración natural satisfactoria. Estas son:

1. Daños en la regeneración por labores de cosecha;
2. Árboles mal distribuidos o insuficientes en número de las especies deseadas;
3. Abundante vegetación competitiva o rebrotes indeseados.
4. La Regeneración es ramoneada por ganado.

A continuación se describen ejemplos reales para las cuatro situaciones, se analizan los errores cometidos en la faena, como se pudieron haber evitado y se señalan posibles soluciones.

Se presentan, por otro lado, situaciones de una regeneración bien lograda con su correspondiente análisis.



CONDICIONES LIMITANTES PARA LA REGENERACIÓN - DESCRIPCIÓN DE CASOS

ALTO RIESGO DE DAÑOS POR EXTRACCIÓN DEL RODAL REMANENTE EN RENOVAL DE ROBLE, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

• **ESTADO INICIAL:** Renoval de roble en estado de desarrollo fustal con dmc de 34 cm. En menor cantidad se encuentra raulí y coigüe. La densidad del rodal era de 214 árboles/ha con un área basal de 19 m^2/ha y alturas entre 25 y 31 m.

• **OBJETIVO DE LA INTERVENCIÓN:** Cosecha de madera y regeneración de Nothofagus, en específico establecer una cubierta de regeneración coetánea que dé origen a una estructura regular continua de monte alto.

• **TIPO DE INTERVENCIÓN:** Corta de protección. En el año 2001 se planificó una extracción de un 39,5% de área basal, la que aparentemente resultó ser de alrededor de solo 22%.

• **RESULTADOS:** En el año 2009 en el estrato inferior se encuentra coligue y zarzamora y regeneración de roble y radal. Posterior a la intervención se determinaron los parámetros básico de rodal registrando 139 árboles/ha y 15 m^2/ha de área basal. La cobertura de dosel es de 58%. En el estrato de la regneración el promedio de plantas es de 2 plantas/m^2 (20.000/ha), con un promedio de los robles mas altos de 2,8m. Se registran además colihues con una densidad de 14.581 cañas/ha y una altura promedio de 2,6 m.

• **ANÁLISIS:** La corta de protección permitió una regeneración abundante que a pesar de la presencia de colihue (*Chusquea culeou*) se desarrolló muy bien. Sin embargo al no continuar con la apertura del dosel superior a través de la extracción de los árboles adultos se desarrolló un estrato inferior de un alto grado de esbeltez que en el año 2011 se percibía como una masa nueva inestable y que al continuar la cosecha resultaría con grandes daños.

En esta condición habría sido apropiado realizar una ordenación de la faena tanto en lo espacial como en lo temporal, implementando vías de saca y continuando con la cosecha una vez alcanzada la regeneración una altura de de aprox. 50 cm. Así se podría haber cosechado los árboles del rodal adulto sin mayores daños a la regeneración.





FIGURA 8. RODAL 10 AÑOS DESPUÉS DE LA CORTA DE PROTECCIÓN

BAJA PRESENCIA DE REGENERACIÓN NATURAL DE ROBLE EN HOYO DE LUZ, REGIÓN DE LOS RÍOS

• **ESTADO INICIAL:** Renoval de roble puro con DAP promedios entre 55 y 60 cm, con regeneración de especies siempreverdes como lingue, laurel y olivillo.

• **OBJETIVO DE LA INTERVENCIÓN:** Promover la regeneración de *Nothofagus* y/o especies tolerantes a la sombra.

• **TIPO DE INTERVENCIÓN:** Hoyo de luz con un diámetro promedio de 28 m (600 m^2) en una ladera con exposición sombría. Se extrajeron en el año 2005, 5 individuos de DAP promedio 55 cm para la formación del hoyo de luz.

• **RESULTADOS:** En el inicio se pretendía promover la regeneración natural en el sector lo que no fue posible debido a la aparición de quila que tras 3 años alcanzaba alturas de 2 a 3 m. Por lo tanto se realizo una limpia y plantación suplementaria de roble para preservar la especie en el sector. Al establecer la plantación los robles tenían una altura de 60 cm. En la actualidad esta plantación presenta DAP de 4 cm y alturas entre 3 a 5 m. A estas plantas se sumaron los rebrotes de los arboles cosechados. No se ha establecido regeneración natural de semilla de roble.

• **ANÁLISIS:** A pesar de la limpia y de tratarse de una ladera sombría no se estableció regeneración natural de roble. Probablemente el hoyo de luz es pequeño para el establecimiento de la especie o la vegetación competitiva no ha permitido su establecimiento. Al haber prevenido con la plantación de los robles, que si se desarrollaron bien, la faena ha cumplido su objetivo igual.



FIGURA 9. HOYO DE LUZ SIN REGENERACIÓN NATURAL DE ROBLE PERO CON ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN DE ROBLE.

VEGETACIÓN COMPETITIVA TRAS COSECHA DE FUSTAL DE ROBLE, REGIÓN DE LOS RÍOS

• **ESTADO INICIAL:** Renoval de roble con dmc de 50 cm con muy poca regeneración de especies siempreverdes.

• **OBJETIVO DE LA INTERVENCIÓN:** Cosecha de madera y regeneración de roble con laurel y tineo.

• **TIPO DE INTERVENCIÓN:** Tala rasa en pequeña superficie (1 ha) con plantación suplementaria de tineo y laurel. El suelo mineral quedó parcialmente expuesto gracias a las actividades de madereo.

• **RESULTADO:** Dos años después de la intervención se encuentran pocas plantas de roble por semilla y algunas de las plantas introducidas (alrededor de 2500 pl/ha) El área se encuentra en gran medida cubierta por vegetación competitiva como zarzamora, quila y gramíneas (34.750 varillas). No afectados son los rebrotes de los robles cosechados.

• **ANÁLISIS:** La apertura total dejó muy expuestas las plantas introducidas y dio gran ventaja a la vegetación competitiva. Se estima que habiendo dejado algunos individuos adultos de protección, la sobrevivencia de la plantación hubiese sido mayor. Además debiera haberse puesto mayor énfasis en la limpia post-intervención.



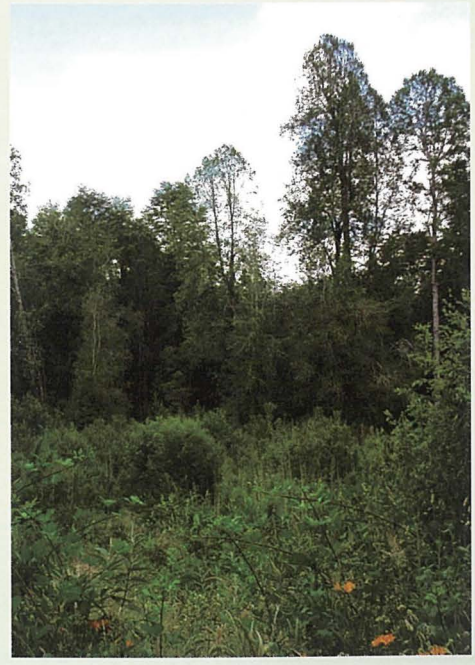


FIGURA 10. RODAL DESPUÉS DE LA COSECHA Y 2 AÑOS DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN

FALTA DE REGENERACIÓN POR PISOTEO Y RAMONEO DE GANADO EN RENOVAL DE ROBLE, REGIÓN DE LOS RÍOS

• **ESTADO INICIAL:** Renoval de roble con DAP de 40 cm sin regeneración, situado en un sitio frecuentado por ganado.

• **OBJETIVO DE LA INTERVENCIÓN:** Cosecha de selección en grupos y promover la regeneración de roble.

• **TIPO DE INTERVENCIÓN:** Corta en hoyos de luz con diferente exposición en el año 1998.

• **RESULTADO:** Tardó en establecerse regeneración. En algunos hoyos, donde había habido mucho transito de ganado y donde hasta después de la intervención hubo ingreso de ganado transcurridos 15 años aún no se establece regeneración. En el sector más alto de la ladera se encontró regeneración de roble en pequeños grupos. Estos grupos tienen una altura aproximada de 2 m a 4 m. La regeneración tuvo mucha competencia con especies herbáceas como gramíneas y zarzamora.

• **ANÁLISIS:** La compactación del suelo por el intenso pisoteo del ganado era tal que solo aparecieron especies herbáceas, y zarzamora. Una preparación del suelo pudo haber favorecido la regeneración de roble. Por otro lado el ingreso de los animales después de la intervención evitó también en áreas menos pisoteadas la aparición de la regeneración natural.



FIGURA 11. IMPACTO DE GANADO EN 1998 (A), SITUACIÓN ACTUAL DEL HOYO DE LUZ CON MAYOR REGENERACIÓN 15 AÑOS DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN (B).

Por otro lado hay experiencias de regeneración muy bien logradas como las que se presentan en calidad de ejemplo a continuación.

SITUACIONES DE REGENERACIÓN EXITOSA

CORTA DE ENTRESACA DE ÁRBOLES MADUROS CON PREPARACIÓN DEL SUELO, CORDILLERA DE LOS ANDES, REGIÓN DE LOS RÍOS.

• **ESTADO INICIAL:** Bosque adulto de Roble-Raulí-Coigüe de diámetros entre 45 y 70 cm.

• **OBJETIVO DE LA INTERVENCIÓN:** Cosecha y estimulación de la regeneración natural de *Nothofagus*.

• **TIPO DE INTERVENCIÓN:** Corta de entresaca de los árboles maduros y posterior ingreso de maquinaria (Bulldozer) con el objetivo de remover la vegetación competitiva (colihue). El rodal remanente quedó con 20-30 árboles /ha y se realizó una plantación de raulí con 600 pl/ha.

• **RESULTADOS:** 3 años después de la corta se encuentra regeneración. La mayoría es de roble (67%) y la menor parte de raulí (5%). Esta última se concentra a la sombra y semisombra de las copas de los árboles padres. En lugares sombríos alcanzan cerca de las 4,8 plantas/m^2 mientras que en condiciones asoleadas se encuentran cerca de 1,6 pl/m^2 generalmente coigüe. Raulí no se encuentra en lugares asoleados.

• **ANÁLISIS:** Debido a la gran extensión que se intervino (cerca de 20 ha) y quedando el suelo muy expuesto se establecieron otras plantas herbáceas como pasto, zarzaparrilla y vinagrillo que cubrieron mayor parte del suelo. Es muy notorio en esta experiencia la necesidad de una cobertura arbórea que aporta las semillas y protege la regeneración del sol. Esta es mayor en raulí y menor en coigüe, ocupando roble una posición intermedia. En la presente experiencia la cantidad de árboles remanentes fué algo baja, lo que se expresa en una distribución aglomerada de la regeneración.





FIGURA 12. SUELO EN RODAL COSECHADO CUBIERTO DE VEGETACIÓN (A) Y REGENERACIÓN DE ROBLE BAJO UN ROBLE MADURO (B).

REGENERACIÓN NATURAL DE ROBLE TRAS FLORACIÓN DE COLIHUE, CORDILLERA DE LOS ANDES, REGIÓN DE LOS RÍOS

• **ESTADO INICIAL:** Bosque adulto de Roble-Raulí-Coigüe con DAP medios entre 45 y 55 cm y un estrato inferior denso de colihue (caña) recién florecida (año 2002).

• **OBJETIVO DE LA INTERVENCIÓN:** Aprovechar el florecimiento y posterior mortalidad de colihue para inducir la regeneración natural de roble.

• **TIPO DE INTERVENCIÓN:** En el año 2003 se realizó una cosecha de los robles adultos a traves de entresaca selectiva (diámetros mayores a 60 cm DAP). La densidad de la masa resultó muy irregular, lo que se tradujo en diferentes situaciones de luz para la regeneración. Las condiciones variaron desde protección uniforme, claros pequeños, claros grandes y sectores aún densos.

• **RESULTADOS:** En 2013 se encuentra una regeneración abundante de roble en etapa brinzal y latizal con densidades alrededor de 7.800 árb/ha con diámetros entre 5 y 15 cm y 11 m de altura promedio.

• **ANÁLISIS:** En este caso se dió la situación de la floración de colihue y una buena semillación de roble al año siguiente. Esto en combinación con una apertura del dosel adecuada a los requerimientos de luz de la especie y la preparación del suelo, llevó al éxito de la intervención. Cabe señalar que en los sectores donde el suelo fué compactado (canchas de acopio) y bajo dosel, solo se encuentran gramíneas u otras especies. Bajo la regeneración establecida no se encuentra colihue ni otras especies arbóreas.



FIGURA 13. HOYO DE LUZ CON REGENERACIÓN DE ROBLE.

REGENERACIÓN DE ROBLE EN LA ORILLA DEL BOSQUE, REGIÓN DE LOS RÍOS

• **ESTADO INICIAL:** Renoval de roble en estado de latizal alto aledaño a pastizal poco frecuentado por ganado

• **OBJETIVO DE LA INTERVENCIÓN:** En este caso no se trata de una intervención dirigida a la regeneración. Sin embargo se observa frecuentemente que roble se regenera muy bien a la orilla de rodales establecidos, sobre todo con exposición este.

• **RESULTADOS:** Regeneración tupida y bien establecida de roble. La gran densidad permite una diferenciación natural y temprana.

• **ANÁLISIS:** Si bien en este caso no se trata de una corta de regeneración, se incorpora el ejemplo porque puede ser un referente para desarrollar un método de cosecha y regeneración adecuado para esta especie. Se trataría de una corta en fajas desde la orilla este del rodal y avanzando hacia el oeste en la medida que la regeneración se establezca.



FIGURA 14. REGENERACIÓN DE ROBLE EN ORILLA DE RENOVAL DE LA MISMA ESPECIE.

REGENERACIÓN NATURAL DE RAULÍ BAJO DOSEL, REGIÓN DEL BIO BIO

• **ESTADO INICIAL:** Renoval de raulí con un dmc de 29 cm.

• **OBJETIVO DE LA INTERVENCIÓN:** desconocido, probablemente solo extracción de madera

• **TIPO DE INTERVENCIÓN:** Extracción selectiva de arboles con formación pequeños claros.

• **RESULTADOS:** El bosque residual se compone de 210 árb/ha con un rango diamétrico de 4 a 68 cm y tiene un área basal de 14 m^2. En cuanto a la regeneración existente en el lugar se encontró raulí (63.500 pl/ha) y coigüe (20.000 pl/ha) en gran cantidad y en menor cantidad arrayan macho y canelo, entre otras (5.000 pl/ha). El 98% de los raulíes y el 90% de los coigües, se encuentran aún en la fase de plántula (altura < 0,5 m).

• **ANÁLISIS:** La apertura parcial del dosel permitió la regeneración tanto de roble como de raulí, además de algunas especies tolerantes a la sombra. La regeneración es aún muy pequeña y su futuro desarrollo va a depender del aumento gradual de luminosidad que debe generarse a través de cortas sucesivas de cosecha. Estas se deben realizar con mucho cuidado y una buena organización de la faena y con vías de saca para no dañar la regeneración.





FIGURA 8. REGENERACIÓN DE RAULÍ BAJO DOSEL.

Teniendo en consideración las mayores limitantes que se presentan en la fase de regeneración del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe y los métodos aplicados en las experiencias logradas, se entrega en el siguiente capítulo un esquema de diagnóstico y apoyo a la planificación de la regeneración de este tipo forestal con las respectivas recomendaciones técnicas.

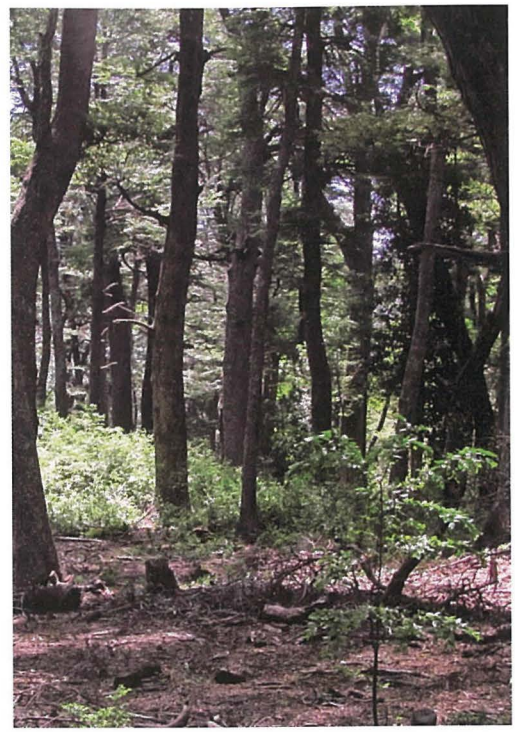
Esquema de diagnóstico y planificación para la regeneración en el tipo forestal roble-raulí-coigüe

En este capítulo se abordan algunos antecedentes generales sobre el manejo de una masa forestal del tipo Roble-Raulí-Coigüe y la ordenación de la faena. A continuación se presenta un esquema que resume los aspectos más importantes a evaluar en la fase de cosecha y regeneración. Se entregan alternativas de gestión en diferentes casos que se puedan dar en terreno. Con ello se quiere orientar al silvicultor a objeto de lograr una regeneración exitosa. Complementando el gráfico se encuentran especificaciones técnicas y recomendaciones para cada una de las situaciones mencionadas.

DEL MANEJO DE UNA MASA FORESTAL DEL TIPO ROBLE-RAULÍ-COIGÜE Y SU DINÁMICA NATURAL.

En el presente subcapítulo y a modo de ejemplo, se analiza y comenta el desarrollo y manejo de una masa de *Nothofagus* de potencial satisfactorio la cual no presenta huellas de degradación. Masas del tipo Roble-Raulí-Coigüe, en su juventud por lo general son masas coetáneas, "puras" (dentro de los subtipos), y de un estrato. Se les puede denominar masas regulares, a diferencia de las masas irregulares, las que se presentan mixtas, heteroetáneas y multiestratificadas.

A medida que avanza la edad de una masa ya sea por su dinámica natural o por el manejo



y cosecha, las masas van avanzando hacia la irregularidad, incorporandose sobre todo en el área sur de su distribución especies tolerantes a la sombra como son lingue, laurel, tepa, entre otras.

Al realizar raleos selectivos para fomentar árboles futuro y más adelante al cosechar árboles futuro maduros, se van creando diferentes condiciones de luz que van desde claros reducidos producidos por la corta de un árbol futuro maduro, hasta claros mayores producidos por la corta de grupos de árboles.

Del objetivo del manejo de una masa, depende la meta que el silvicultor se fija en cuanto a la madurez y esta por lo general se refiere a un cierto DAP meta (los compradores de madera ponen sus condiciones como diámetro mínimo y no como edad). Mientras mayor el diámetro de madurez fijado, aumentará la irregularidad de la masa.

Como ejemplo se puede decir que con un DAP mayor a 50 cm, un roble futuro posee un aprovechamiento y un mercado interesante como Premium o torno. Sin embargo podría ser comercialmente interesante que unos pocos, quizás los mejores robles, continúen creciendo (quizás unos dos períodos más), y con ello acercarse un poco más a una madurez fisiológica para un mercado de trozo aserrable pellin.

Con el transcurso de los períodos y las intervenciones se van creando condiciones cada vez más favorables a la regeneración de los Nothofagus siempre y cuando en el manejo anterior se haya favorecido el estrato intermedio de árboles tolerantes para mantener muy baja la vegetación de gramíneas y de bambú y tener receptiva la cama germinadora que constituye el horizonte A del suelo.

Según experiencias, raulí regenera bajo doseles entreabiertos y claros pequeños. Si se trata del momento oportuno para aceptar esta regeneración se aconseja remover con anterioridad a la caída de las semillas la mayor parte del sotobosque, para garantizar condiciones de luminosidad de semisombra (alrededor de un 20% de la luz exterior). El roble se regenera en bordes sombríos (exp. este) y se desarrolla bien en claros mayores de diámetro equivalente a al menos a la altura de un árbol adulto. Coigüe se ha observado regenerar en hoyos de luz y en menor grado bajo dosel.

Las especies tolerantes a la sombra se regeneran por lo normal usando los métodos de la Entresaca Selectiva. Cuando se quieren tener especies tolerantes e intolerantes en el bosque del futuro, hay que mezclar los dos tipos de corta de regeneración estableciendo unos tres a cinco hoyos de luz por ha de al menos 30 m de diámetro y regenerando el resto por entresacas selectivas de árboles individuales o pequeños grupos.

Cuando, por lo general motivado por medidas erróneas, el sotobosque se presenta cubierto por pastos o *Chusqueas*, la regeneración de *Nothofagus* se dificulta. Otro factor que dificulta la regeneración natural puede ser el daño físico al suelo como la compactación, especialmente producida por tráfico de maquinarias inapropiadas en las faenas forestales. Para el caso que en una próxima generación se desee tener nuevamente una masa forestal con dominancia absoluta de Nothofagus, y si bien es cierto que en este tema quedan aún muchas experiencias por hacer, ya es posible afirmar, que considerando los factores de exposición del suelo mineral, asegurando y preparando las fuentes de semillas:

- **Para roble, el método de corta y regeneración sería la corta de protección con paulatino desplazamiento del borde del este hacia el oeste (sombra unilateral) o por fajas de alrededor de 20 m de ancho (sombra por ambos lados).**
- **Raulí debería ser posible regenerarlo con una corta de protección uniforme.**
- **Para la regneración de coigüe se propone una corta de protección progresiva en claros.**

En la zona sur del área de distribución del tipo forestal Roble-Raulí que se encuentra en un clima templado lluvioso estacional y abarca la zona entre el río Toltén y el lago Llanquihue se dan las condiciones para que regeneren naturalmente ahí, las especies siempreverdes, to-

lerantes a la sombra, acompañantes naturales de este tipo forestal. Basta con que en el área se encuentren árboles proveedores de semillas y que funcionen los agentes diseminadores de éstas, para que durante las fases de desarrollo latizal y fustal de roble, raulí y coigüe, vayan estableciéndose paulatinamente dichas especies.

Se trata en los renovales de roble principalmente de laurel, lingue, olivillo, ulmo. En los renovales de roble-raulí, de tepa, laurel, ulmo, tineo, trevo y en los renovales de coigüe de ulmo y tineo entre otras.

Sin duda una masa forestal de una estructura y asociación natural de especies es un producto que presenta una mayor estabilidad y calidad, un mayor crecimiento, mayores alternativas y menores riesgos. El silvicultor y el propietario, ya durante la etapa de desarrollo latizal, deberán decidir si desean una próxima generación, nuevamente con una gran dominancia de Nothofagus como especie principal, o una mayor participación de las especies acompañantes.

Sin embargo, para que dicha regeneración de tolerantes pueda surgir en esta fase, es absolutamente necesaria, la exclusión permanente del ganado.

Las especies tolerantes siempreverdes van dando forma a un estrato intermedio bajo el dosel de los *Nothofagus* y esta masa forestal pasará a constituir un sistema más natural, y por ende más estable y saludable, además de evitar la invasión de las especies de chusquea en el sotobosque. En el futuro y con cada raleo o corta de cosecha en el estrato dominante (*Nothofagus*) el estrato intermedio aprovechará el aumento de luz para continuar su desarrollo. Muchas de las especies tolerantes tienen maderas muy valiosas como lingue, laurel y tepa y en el esquema que se muestra a continuación aparece como una opción avanzar con esta dinámica natural y regenerar la masa forestal con estas especies tolerantes y siempreverde.

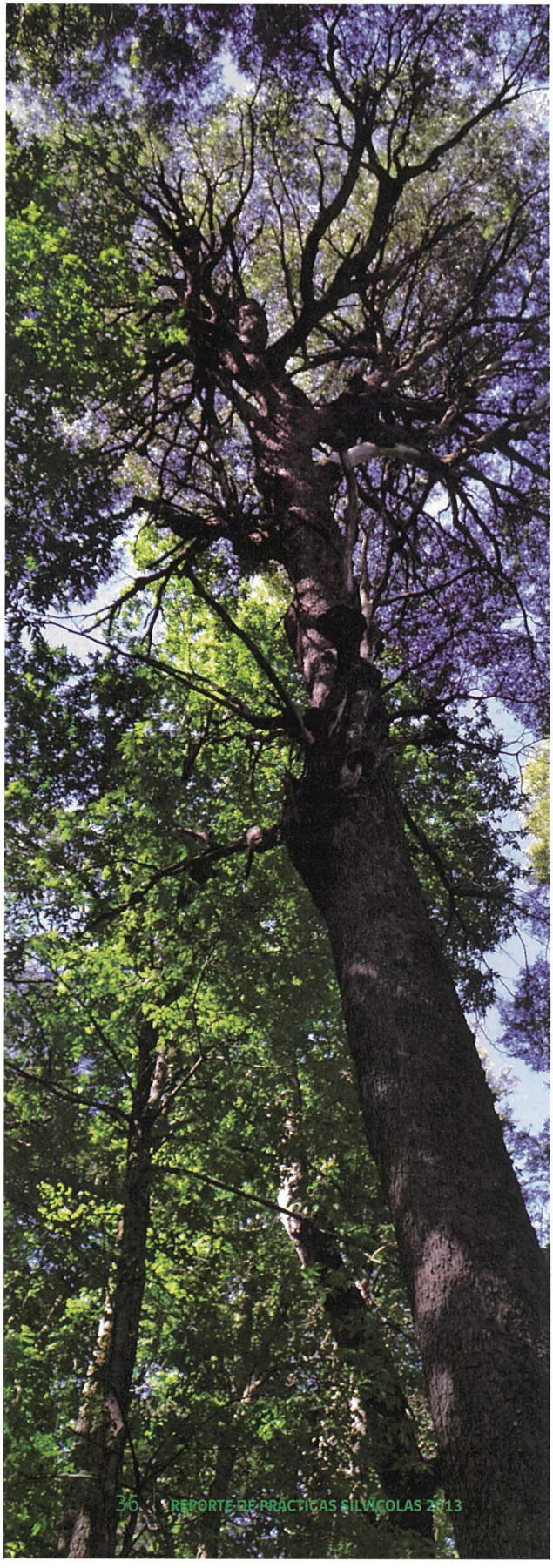
Para incorporar las especies tolerantes en la futura masa forestal el método de corta y regneración sería la entresaca selectiva con el criterio de diámetro meta.

Para reducir daños de cosecha en las especies del estrato intermedio, es necesario que la superficie cuente con un sistema de vías de saca y la faena de cosecha sea organizada y realizada por personal técnicamente capacitado.

DE LA ORDENACIÓN DE LA FAENA

En el capitulo anterior se entregan antecedentes para la selección del método de corta según la especie principal a regenerar. Con esta definición se inicia la fase de ordenación de la faena. Esta es muy importante para un buen desarrollo de las actividades y el éxito de la regeneración y debería comenzar por la planificación temporal y espacial del avance de la cosecha. Esto requiere la definición del número de cortas con las cuales se pretende realizar la cosecha y regeneración y como éstas se van a ordenar en el espacio. El criterio prioritario para la planificación debe ser el buen desarrollo de la regeneración y el menor daño en ella por las labores de cosecha. Esto requiere un avance desde el interior del rodal hacia los bordes.

Otro aspecto en la ordenación y planificación de la faena es la capacitación de la mano de obra, la infraestructura y capacidad operacional del predio, incluyendo la disponibilidad de maquinaria, la existencia y estado de los caminos y la implementación de las vías de saca para no dañar la regeneración. Este último punto es de gran importancia al trabajar con regeneración natural. La implementación de un sistema de vías de saca reúne, entre otras, las siguientes ventajas:

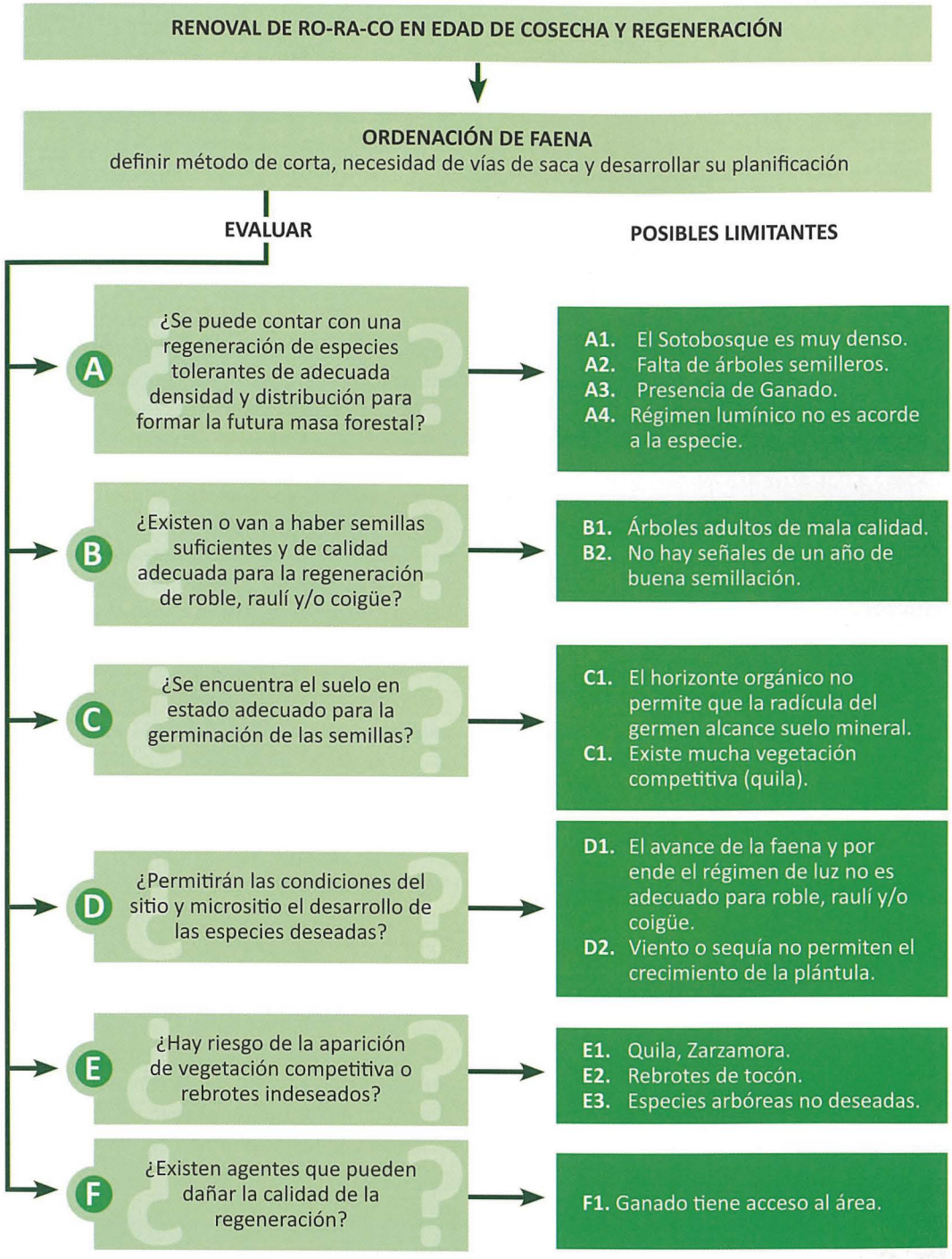


- Divide el área en unidades claramente visibles, facilita el acceso para marcar y ejecutar la faena y ayuda en el control de la ejecución
- Se concentra el arrastre de las maderas a extraer en estas vías divisorias y así el daño al suelo y a la regeneración causado por los medios de tracción (bueyes, tractor) y por los trozos arrastrados se reduce.
- Volteando los árboles ubicados en los espacios entre las vías hacia estas mismas, se evita que el medio de tracción al interior del bosque, causa graves daños mecánicos en el sotobosque.

En el establecimiento de las vías de saca son importantes los siguientes aspectos. El ancho tiene que dar espacio suficiente al medio de tracción para que este se pueda mover sin mayores restricciones. No es exagerado proponer un ancho de 4m en el caso de fustales. La distancia entre las vías, depende del largo aprovechable de los árboles a extraer. Las vías para la cosecha pueden estar distanciadas a 40m y luego, cuando se comienza a intervenir la nueva masa forestal complementarse con una red intermedia de modo de quedar a 20m de distancia una vía de otra. No es necesario que las líneas de saca sean perfectamente rectas. Importante es que el ángulo con que llegan al camino sea abierto (o sea tenga más de 90°). En terreno con pendiente se avanza en la implementación de las vías de saca desde abajo hacia arriba.

Entre antes se comienza a ordenar la superficie y trabajar con vías de saca, mejor preparado estará el bosque para una regeneración natural.

ESQUEMA DE DIAGNÓSTICO Y PLANIFICACIÓN



RECOMENDACIONES DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS

Según la dinámica natural del tipo forestal en su distribución sur, la regeneración de la masa forestal puede realizarse a través de las especies tolerantes a la sombra que se establece debajo del dosel de forma espontánea, si se le ha dado el cuidado necesario. A esta situación se refiere el punto A. La regeneración de la masa forestal con las especies roble, raulí y coigüe en cambio, ocurre una vez iniciado el proceso de cosecha y regeneración. Esta alternativa es abordada en los puntos B - F.

A

¿Existe una regeneración de especies tolerantes de adecuada densidad y distribución para formar la futura masa forestal?

Según el actual reglamento de CONAF la Regeneración natural ha sido exitosa y es considerada como lograda cuando al segundo año después de la cosecha del rodal se encuentra 3000 individuos por ha. A esto es importante agregar tres aspectos: a) se trate de una especie deseada bajo el criterio de manejo (en la mayoría de los casos con fines madereros), b) la distribución de estos individuos sea relativamente homogénea de forma que al cerrarse el dosel se encuentran individuos de la especie deseada en toda la superficie, y c) la calidad de las plantas sea al menos satisfactoria, quiere decir vigorosas, rectas y sin síntomas de ramoneo.

Si esta densidad mínima no está dada, ésto puede deberse a los siguientes factores:

A1. EL SOTOBOSQUE ES MUY DENSO

El sotobosque sobre todo cuando está compuesto por bambusáceas, constituye una barrera física importante para el establecimiento de la regeneración. Una medida de prevención consiste en no abrir mucho el rodal para evitar que se desarrolle un sotobosque abundante. Una vez instalado se requiere de un gran esfuerzo para eliminarlo. Una posibilidad es esperar su floración y consiguiente mortandad que ocurre aproximadamente cada 25 años. Otra es la limpia manual en fajas aunque esta es muy costosa (ver anexo1).

A2. FALTA DE ÁRBOLES SEMILLEROS

Por actividades de cosecha anticipada y no regulada (floreo) puede darse el caso que las especies deseadas aunque históricamente existentes en el lugar, ya no se encuentran. En ese caso la única posibilidad de reintroducirlas es una plantación suplementaria. El sitio se caracteriza por la combinación específica de los factores ambientales, como lo son suelo, clima y exposición. Por consecuencia es de suma importancia para el éxito de la regeneración y la capacidad productiva del bosque en formación, la procedencia del material plantado o sembrado y su idoneidad para las condiciones específicas del sitio en cuestión. En el anexo 2 se encuentra información auxiliar para evaluar los puntos anteriores.

A3. PRESENCIA DE GANADO

La presencia de ganado es uno de los factores más frecuentes que inhibe la regeneración del bosque. Cuando hay ganado es imprescindible que la superficie a regenerar se cierre con cerco al menos hasta que la regeneración haya alcanzado aprox. 5 m de altura. Si existe la necesidad de mantener ganado en el bosque se debe planificar su regeneración en subdivisiones del área total en las que se excluye rigurosamente el ganado, y que se alternan en un sistema de rotación a mediano plazo.

B

¿Existen o van a haber semillas suficientes y de calidad adecuada para la regeneración de roble, raulí y/o coigüe?

Tratándose de regeneración natural la disponibilidad de semillas es un criterio fundamental para evaluar la viabilidad del proyecto de regeneración. Estas pueden provenir de la cama de semillas o de los árboles semilleros. La fructificación de las especies roble, raulí y coigüe está sujeta a una periodicidad, aunque los períodos de escasa fructificación no suelen ser largos. Tratándose de un buen año la semillación es abundante y aun en casos de una viabilidad reducida son suficientes para establecer la regeneración. Sin embargo el radio de distribución de la semilla es limitado (raulí>roble). Por lo anterior se recomienda dejar entre 25 y 50 árboles semilleros de distribución homogénea en pie. Por la periodicidad de la fructificación es importante asegurarse de que se trate de un año de semillación abundante antes de realizar la corta. Con esto se evita que la superficie sea invadida por otro tipo de vegetación antes de que se pueda establecer la regeneración deseada. Las plántulas suelen aparecer al inicio de la primavera del mismo año.

B1. ÁRBOLES ADULTOS DE BAJA CALIDAD.

En caso de que los árboles adultos sean de muy baja calidad (fuerte floreo precedente) y no se quiera regenerar con su semilla, existen las posibilidades de siembra o plantación. En este caso es importante asegurarse que el material genético introducido sea de buena calidad y provenga de la zona de crecimiento adecuada (procedencia). En el anexo 2 se encuentra como apoyo a la selección de la procedencia adecuada una propuesta de mapa de procedencias desarrollado por INFOR (2013b).

B2. NO HAY SEÑALES DE UN AÑO DE BUENA SEMILLACIÓN.

Cuando se trata de un período de baja semillación debe evaluarse si es recomendable esperar un año de semillación abundante, dado que los costos de combatir la vegetación competitiva, la cual puede ser favorecida por la intervención preparatoria son altos y con esta medida se daña o se extermina la poca regeneración existente. Un ejemplo de evaluación económica para esta situación se encuentran en el anexo 1.

C

¿Se encuentra el suelo en estado adecuado para permitir una buena germinación?

Una vez caída la semilla, esta debe encontrar un sustrato adecuado para su germinación. Las especies del género Nothofagus, con su carácter de especies colonizadoras están adaptados a la germinación en suelo mineral tras disturbios grandes como deslizamientos de tierra, actividad volcánica etc. En un sustrato espeso de hojarasca la pequeña raíz de la plántula recién germinada tiene problemas de alcanzar el suelo mineral y se seca. Sin embargo se puede observar con frecuencia que roble germina y se desarrolla muy bien en suelos cubiertos por gramíneas (ver también caso de experiencia de regeneración exitosa, roble).

C1. EL HORIZONTE ORGÁNICO NO PERMITE QUE EL GERMEN ALCANCE SUELO MINERAL.

Si el suelo está cubierto de un mantillo orgánico y hojarasca de gran espesor existen distintas posibilidades de asistir la regeneración. Cuando se trata de un rodal de árboles grandes durante la faena de cosecha y el madereo parte de estos horizontes es removido lo que puede ser suficiente. En caso de que esto no ocurra, es necesario la preparación del suelo de forma manual o con maquinaria dependiendo de la superficie

a regenerar. Esto se puede hacer a pulso usando azadón con el que se remueve la hojarasca en líneas de un m de ancho alternado con 3 m que no se tocan. Esta faena se puede mecanizar usando maquinaria liviana tipo agrícola con dispositivos que despejan las líneas de trabajo de la hojarasca y dejan molidos los primeros cm del suelo mineral.

C2. EXISTE MUCHA VEGETACIÓN COMPETITIVA

Así como el manto orgánico, también una vegetación muy densa puede impedir que la raíz de la plántula alcance el suelo mineral antes de secarse. Si se ha manejado bien la regeneración de especies tolerantes en los estratos inferiores, esta limitante no aparecerá. Esto recalca la importancia de considerar la regeneración natural como un régimen de manejo a nivel predial.

Si existe el riesgo de una abundante vegetación competitiva es imprescindible una preparación del suelo con las mismas características descritas bajo C1. Si se toma en consideración la aplicación de algún herbicida, este debe ser muy bien seleccionado para evitar daños a la futura regeneración, además de las precauciones ambientales. Estas últimas deben considerar la cercanía de la superficie de aguas superficiales o subterráneas y la fauna del lugar, entre otras.

D

¿Permitirán los factores del sitio y micrositio el desarrollo de las especies deseadas?

Cada especie se ha adaptado a través de la historia evolutiva a características de sitio bajo las cuales es especialmente competitiva. El sitio se caracteriza por la combinación específica de los factores ambientales, como lo son suelo, clima y exposición. También influye en las características del sitio la combinación de especies del rodal a cosechar y la intervención humana a la cual fue sometido.

Si se trata de un bosque natural, al que se quiere regenerar naturalmente, la adaptación al sitio está dada. Al momento de optar por una regeneración asistida a través de plantación, siembra etc. es cuando se presenta la interrogante de la adaptación al sitio.

Un indicio da la asociación vegetal que prevalece en el lugar. Si la especie es parte de esta asociación está adaptada al clima del lugar y solo hay que asegurar que el sitio específico no sea de características extremas como son por ejemplo suelos anegados, suelos muy delgados etc. Se recomienda además tomar en cuenta la procedencia del material plantado o sembrado. En el anexo 2 se encuentra una propuesta de selección de zonas de procedencias para especies nativas.

Es importante señalar que tan sólo ser adecuada una especie al sitio, no nos garantiza una buena regeneración. Las condiciones específicas que rigen al momento de la regeneración, sobre todo de luminosidad, tienen gran impacto en el resultado del cambio de generación en una masa forestal. Para roble, raulí y coigüe se conoce bastante bien los requerimientos de luz en la fase de regeneración. En el anexo 2 se encuentra un resumen gráfico basado en valores publicados por Weinberger 2001.

D1. EL AVANCE DE LA FAENA Y POR ENDE EL RÉGIMEN DE LUZ NO ES ADECUADO PARA ROBLE, RAULÍ Y/O COIGÜE.

Las especies cambian de requerimiento de luz durante su vida. Un nivel de luminosidad que permite la germinación y desarrollo temprano, puede ser muy bajo para una regeneración ya establecida. Por ello se debe planificar bien el avance de la faena una vez establecida la regeneración. En el caso del manejo en un solo estrato se puede establecer como orientación que el período entre las (generalmente 3) cor-

tas de cosecha no debe superar los 5 años.

D2. VIENTO O SEQUÍA NO PERMITEN EL DESARROLLO DE LA PLÁNTULA.

Por otro lado, también puede darse el caso, y sobre todo en el área norte de distribución de este tipo forestal (p. ej. Región del Bio Bio) que las condiciones de luminosidad permitieron la germinación y el primer desarrollo de la plantula, pero las altas temperaturas, alargadas temporadas sin lluvia y o la exposición al viento con la respectiva carencia de agua no permitan el desarrollo satisfactorio de una masa forestal. En este último caso se recomienda dejar parte de la vegetación arbustiva adaptada a estas condiciones para servir de plantas nodrizas. Plantaciones complementarias han de ejecutarse con plantas pequeñas que tienen menor evapotranspiración que plantas grandes. Más al sur, donde el agua no es tan escasa, coigüe es una excelente planta nodriza para la regeneración de especies semitolerantes y tolerantes del tipo siempreverde.

E

¿Hay riesgo de la aparición de vegetación competitiva o rebrotes indeseados?

Cuando en un rodal cambian las condiciones de luz hacia una mayor luminosidad, no solo la regeneración se ve favorecida sino también un colectivo de especies, herbáceas y arbustivas compuesto por distintas especies según la zona climática y el sitio específico. Entre estas plantas hay algunas que son indiferente o incluso favorable para la regeneración arbórea deseada, dejando penetrar suficiente luz pero protegiendo la regeneración de los efectos negativos de la radiación solar directa como son las altas temperatura y escasez de humedad. Entre estas especies se pueden nombrar el maqui, la zarzaparilla silvestre y otras.

Sin embargo hay también especies que forman una cobertura densa sobre el suelo, inhibiendo que la regeneración de las especies intolerantes y semitolerantes a la sombra como son roble, raulí y coigüe se puedan desarrollar. Entre ellas se encuentran diversas gramíneas, la zarzamora y sobre todo la quila.

Otro caso de una competencia pueden ser rebrotes de tocón o regeneración por semilla de especies arbóreas no deseadas como pudieran ser en ocaciones avellano o radal que impidan el proceso de regeneración desde el enfoque de un logro rápido y eficiente. Las especies roble y raulí, no así el coigüe, tienen una alta capacidad de rebrote de tocón.

E1. QUILA, ZARZAMORA

Existe el riesgo de que el sotobosque sea invadido por quila o zarzamora, antes de que la regeneración pueda establecerse y alcanzar una altura donde ya no corra peligro. Para estos casos existen distintas opciones de prevenir. En primer lugar es importante, como ya se ha mencionado en otro párrafo, realizar las cortas de semillación en años de buena fructificación para darle ventaja a la regeneración deseada. En segundo lugar es recomendable dosificar la luz de forma que es suficiente para la germinación y el primer desarrollo de la regeneración deseada pero restrictiva para el libre desarrollo de la vegetación competitiva. Referencias respecto de la luminosidad requerida se encuentran en el anexo 2. Una vez invadida la superficie por especies indeseadas, solo queda la posibilidad de desbrotar.

Una opción drástica sería remover mecánica y cuidadosamente el estrato orgánico para eliminar sepas de quila y la cama de semillas de posible vegetación indeseada. Esto solo es admisible cuando se trata de suelos muy profundos, de alta fertilidad y un buen régimen de agua porque en suelos delgados o pobres en nutrientes se remueven con la capa orgá-

nica también gran parte de los nutrientes disponibles y la capacidad de almacenamiento de aguas superficiales.

E2. REBROTES DE TOCÓN

Los rebrotes de tocón crecen con gran vigor en la juventud, contando con un sistema radicular ya establecido y superando a los individuos provenientes de semillas. Sin embargo durante su desarrollo la tasa de crecimiento baja anticipadamente, por lo cual no siempre son deseados. A esto se suma que generalmente son multifustales y al reducirlos a un solo fuste quedan vulnerables al ataque de hongos e insectos a través de los cortes. Cuando se evalúa la importancia de este aspecto es preciso recordar que gran cantidad de los árboles presentes al inicio del ciclo será eliminada durante el largo tiempo de desarrollo del rodal no alcanzando estos su estado de madurez. Si existen suficientes individuos de semilla (p.ej. 600) y estos se encuentran bien distribuidos en la superficie esto puede ser suficiente para una masa de buena calidad, sanidad y alta productividad. Es así que los vástagos que existen en mezcla con las plantas originadas de semilla pueden ser útiles al principio para llenar los espacios que quedaron sin regeneración por semillas y ser reducidos posteriormente en intervenciones de regulación de la mezcla.

E3. ESPECIES ARBÓREAS NO DESEADAS

La dominancia de especies arbóreas no deseadas puede tener diferentes causas. la falta de semilla de la especies deseada o condiciones de luminosidad, temperatura y humedad inadecuada. Antes de realizar las intervenciones, es por lo tanto preciso revisar si existe la factibilidad de que se establezca la especie deseada y cuáles son las condiciones a generar para promoverla (párrafo C). En caso de que ya se haya establecido una regeneración dominada por especies no deseadas y existan suficientes individuos (mínimo 600) de la especie deseada se puede regular la mezcla a través de clareos dirigidos y tempranos. En caso de que no existan suficientes individuos la única forma de alcanzar la meta será una plantación de enriquecimiento. Los costos de esta medida pueden ser revisados en el anexo 1.

F ¿Existen agentes que pueden dañar la calidad de la regeneración?

El agente mas común, en caso de haber elegido una especie propia del sitio, son animales domésticos que ramonean la planta joven. Cuando se trata de plantaciones, los roedores pueden jugar un rol importante en este sentido. En la regeneración natural, por ser generalmente mucho más abundante y por lo tanto menos vulnerable, el daño suele ser causado por ganado bovino, ovino o caprino.

F1. GANADO TIENE ACCESO AL ÁREA

Como se ha mencionado antes, es imposible regenerar un bosque con objetivos de producción de madera de buena calidad cuando hay presencia de ganado! La única medida a recomendar en este caso es cercar para excluir temporalmente el ganado. Como se ha visto en uno de los casos descritos en el capítulo 4, también el pisoteo intenso (en forma de daño físico al suelo) puede significar una barrera a la regeneración, aunque haya sido años antes del inicio de la regeneración. Lo mismo se puede constatar para el ramoneo en fases anteriores a la regeneración como tal. Este deja mermado el estrato bajo de plántulas de especies tolerantes, reservorio del que se suele reclutar el futuro estrato intermedio de especies siempre verde, sin el cual – después de los primeros raleos de la nueva masa – habrá condiciones favorables para el desarrollo de la quila.

Referencias bibliográficas

Araya, 2011 Radiografía del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue en Curacautín. (Inédito).

Burschel, P. y J. Huss. 1983. Grundriss des Waldbaus. Pareys Studientexte 49. Verlag Paul Parey-Hamburg, Berlin. 352p

Burschel, P., C. Gallegos, O. Martínez y W. Moll. 1976. Composición y dinámica regenerativa de un bosque virgen mixto de raulí y coigüe. Bosque 1(2): 55-74.

Brun, R. 1969. Strukturstudien im gemaßigten Regenwald Südchiles als Grundlage für Zustandserhebungen und Forstbetriebsplanung. Ph.D. Thesis. Albert-Ludwig-Universität, Freiburg i. Br., Germany. 156 p.

Donoso, C. 1989. Regeneración y crecimiento en el tipo forestal siempreverde costero y andino tras distintos tratamientos silviculturales. Bosque 10: 68 - 83

Donoso, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Ecología Forestal. Editorial Universitaria. 483p

Donoso P., D. Soto, R. Coopman, S. Rodriguez-Bertos. 2013. Early performance of planted *Nothofagus* dombeyi and *Nothofagus* alpina in response tu light availability and gap size in a High-gratded forest in south-central Andes of Chile. Bosque 34(1): 23-32.

Grosse H. 1987. Desarrollo inicial de plantaciones de Raulí. Ciencia e Investigación Forestal 1(1): 49-56.

Grosse H. 2009. Silvicultura del Bosque Nativo chileno, Función histórica y opciones futuras sobre la base de manejo sustentable. INFOR. 136p.

Grosse H., M. Pincheira y I. Quiroz 1996. Evaluación de tratamientos silviculturales en renovales de raulí (*Nothofagus alpina*) y roble (*Nothofagus obliqua*). Fundación Chile-INFOR. 53p

Martin M, C Bahamóndez, I Quiroz, O Peña, M Barrientos. 2009. Inventario de los Ecosistemas Forestales: Manual de Operaciones en Terreno. Manual No 40. INFOR. 139 p.

Müller-Using, B., F. Schlegel. 1981. The developments of seedlings of chilean *Nothofagus* species in a shaded area. Plant Research and Development. Vol.13: 52-84.

Müller-Using, B. 1973. Untersuchungen über die Verjüngung von *Nothofagus alpina* (Poepp et Endl) Oerst. Und ihrer wichtigsten Begleitbaumarten in der chilenischen Anden- und Küstenkordillere. Göttingen, Alemania. Diss. Fak. Forstw. Univ. de Goettingen: 229 p.

Müller-Using, B., L. Galdames, M. Gómez 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., B. Müller-Using, M. Martin, H. Grosse, R. Mujica. 2013. Reporte de prácticas silvícolas: Estado actual y propuestas

silvícolas para los renovales de *Nothofagus* en la zona centro sur de Chile. Informe Tecnico 190. Instituto Forestal. 46 p.

Pla, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza. INCI v.31 n.8 Caracas.

Pollmann, W. y T. Veblen. 2004. Nothofagus regeneration dynamics in South-Central Chile: A test of a general model. Ecological Monographs, 74 (4). Ecological Society of America: 615-634p.

Quiroz , I, E García, M González, A Lucero, A Villarroel y H Soto. 2011. Evaluación y Análisis de los Métodos de Regeneración aplicados en el Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe de la Precordillera de los andes de las Regiones del Bio Bio y la Araucanía. INFOR. 103 p.

Quiroz, I, B Gutierrez y A. Avila. 2013. Propuesta de Mapa oficial de zonas de procedencia para especies nativas. inedito.

Read J. y Hill. 1985 Photosynthertic responses to light of australian and chilean species of *Nothofagus* and their relevance to the rainforest dynamics. The New Phytologist 101: 731-742.

Shannon CE, W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 144 pp.

Veblen, T. 1989. *Nothofagus* regeneration in treefall gaps in northern Patagonia. Canadian Journal Forest Research 19: 365 - 371.

Veblen, 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. 1989. Tree regeneration responses to gaps along a transandean gradient. Ecology, Vol. 70, Nº 3. Ecology Society of America. Pp 541-543

Veblen, T., D. Ashton y F. Schlegel. 1979. Tree regeneration strategies in a lowland *Nothofagus*-dominated forest in South-Central Chile. Journal of Biogeography 6: 329 - 340

Veblen, T. y C. Donoso. 1987. Alteración natural y dinámica regenerativa de las especies chilenas de *Nothofagus* de la Región de Los Lagos. Bosque 8 (2): 133-142.

Weinberger P. 1973. Beziehungen zwischen mikroklimatischen Faktoren und natürlicher Verjüngung araukano-patagonischer *Nothofagus*- Arten. Flora 162.

Weinberger P. 2006. Efectos de condiciones microclimáticas en la regeneración natural de especies forestales nativas. 3. Congr. Sc. For. Univ. de Concepción, p.115.

Weinberger, P. y C. Ramirez. 2001. Microclima y regeneración natural de raulí, roble y coigüe (*N. alpina, N. Obliqua y N. dombeyi*). Bosque 22(1): 11-26.

ANEXO 1
CLASIFICACIÓN BOTÁNICA UTILIZADA EN EL INVENTARIO

CUADRO N° A2.1: CLASIFICACIÓN BOTÁNICA UTILIZADA EN EL ANÁLISIS DEL INVENTARIO

Nombre vernáculos	Nombre científico	Tolerancia a la sombra
Arrayán	*Luma apiculata*	tolerantes
Arrayán macho	*Rhaphithamnus spinosus*	tolerantes
Avellano	*Gevuina avellana*	semitolerante
Boldo	*Peumus boldo*	tolerantes
Canelo	*Drymis winterii*	semitolerante
Canelo enano	*Drymis andina*	tolerantes
Ciprés de la Cordillera	*Autrocedrus chilensis*	pioneras
Coigue	*Nothofagus dombeyii*	pioneras
Coigue de Chiloé	*Nothofagus nitida*	pioneras
Corcolen	*Azara Lanceolata* o *A. Integrifolia*	semitolerante
Escalonia	*Escallonia sp*	tolerantes
Fuinque	*Lomatia ferruginea*	tolerantes
Laurel	*Laurelia sempervirens*	tolerantes
Lenga	*Nothofagus pumilio*	pioneras
Lingue	*Persea lingue*	tolerantes
Luma	*Amomyrtus luma*	tolerantes
Luma blanca	*Myrceugenia chrysocarpa*	tolerantes
Maitén	*Maytenus boaria*	pioneras
Mañío h.c.	*Saxegothaea conspicua*	tolerantes
Mañio h.l.	*Podocarpus saligna*	semitolerante
Mañío h.p.	*Podocarpus nubigena*	tolerantes
Maqui	*Aristotelia chilensis*	pioneras
Mayo	*Sophora macrocarpa*	tolerantes
Meli	*Amomyrtus meli*	tolerantes
Naranjillo	*Citronella mucronata*	semitolerante
Notro	*Embothrium coccineum*	pioneras
Ñirre	*Nothofagus antarctica*	pioneras
Olivillo	*Aexotoxicum punctatum*	tolerantes
Parrilla	*Ribes trilobum*	tolerantes
Patagua	*Crinodendron patagua*	tolerantes
Pelu	*Sophora mycrophylla*	tolerantes
Peumo	*Cryptocaria alba*	tolerantes
Picha-picha	*Myrceugenia planipes*	tolerantes
Pillo pillo	*Ovidia pillopillo*	tolerantes
Piñol	*Lomatia dentata*	tolerantes
Pitra	*Myrceugenia exsucca*	pioneras
Quillay	*Quillaja saponaria*	pioneras
Racoma	*Maytenus disticha*	tolerantes
Radal	*Lomatia hirsuta*	pioneras
Raulí	*Nothofagus alpina*	pioneras
Roble	*Nothofagus obliqua*	pioneras
Sauce	*Myrceugenia stenophylla*	tolerantes
Sauco del diablo	*Pseudopanax laetevirens*	tolerantes
Taique	*Desfontainia spinosa*	tolerantes
Temu	*Blepharocalyx cruckshanksii*	tolerantes
Tepa	*Laurelia phillippiana*	tolerantes
Tepu	*Tepualia stipularis*	tolerantes
Tiaca	*Caldcluvia paniculata*	semitolerante
Tineo	*Weinmannia trichosperma*	pioneras
Trevo	*Dasyphyllum diacantoides*	tolerantes
Ulmo	*Eucryphia cordifolia*	semitolerante

ANEXO 2
EVALUACIÓN ECONÓMICA REGENERACIÓN NATURAL

A continuación se presenta un análisis comparativo entre dos situaciones al momento de la cosecha, una que contempla la regeneración natural y la segunda que se realiza considerando una plantación.

SITUACIÓN DE REGENERACIÓN NATURAL

En este esquema se considera que el propietario aun cuando tiene un rodal que está en condiciones de ser cosechado, decide postergar la cosecha en espera de un buen año de semillación que aseguren la regeneración natural del bosque. Para esto, el propietario posterga la decisión de la cosecha por un período de cinco años, y a partir del año 5 del horizonte de evaluación cosecha en fajas durante tres períodos, esto equivale al año 5, 10 y 15 del horizonte, y además realiza una actividad de roce liviano en el año 5 que facilita la regeneración, además de labores propias de cercado que aseguren la protección de la regeneración frente al ganado.

SITUACIÓN DE PLANTACIÓN

En este esquema el propietario cosecha inmediatamente en el año inicial del horizonte de evaluación, también en fajas durante tres períodos con intervalos de cinco años, de tal manera que la cosecha la realiza en el año 0, 5 y 10 del horizonte. También realiza una actividad de roce liviano en el año 0 en espera de facilitar la regeneración, pero se trabaja bajo el supuesto de que no existió semillación adecuada.

El propietario espera durante cinco años y luego en el año 5 debe realizar actividades de roce fuerte para eliminar toda la maleza que se ha incorporado al rodal, realizar la plantación con una densidad de 3.000 plantas por hectárea, y además para asegurar la plantación realiza actividades de fertilización y dos controles de malezas post plantación.

La información de costos considerada para la evaluación económica se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro N°A1.1: Costos de regeneración

Item	Costos	Año de ejecución	
		Regeneración natural	Con plantación
Roce liviano	312 US$/ha	5	0
Roce fuerte	958 US$/ha	-	5
Plantas	0,6 US$/planta	-	5
Plantación	0,3 US$/planta	-	5
Control de malezas post plantación 1	192 US$/ha	-	6
Control de malezas post plantación 2	192 US$/ha	-	7
Fertilización	77 US$/ha	-	5
Cercos	700 US$ha /se considera bonificación por cerco	5	0

Información elaborada a partir de datos proporcionados por distintos propietarios de bosque nativo

La distribución de productos que se obtiene al momento de la cosecha para la opción de la regeneración natural se presenta en el Cuadro N°A1.2:

	Distribución de productos Cosecha (m³/ha)			
	Año	AS24	Pulpa	Leña
Corta 1	5	49,4	19,8	42,4
Corta 2	10	60,4	22,0	39,2
Corta 3	15	79,1	26,4	37,7

Mientras que la distribución de productos para la opción de la plantación se presenta en el Cuadro N° A1.3:

	Distribución de productos Cosecha (m³)			
	Año	AS24	Pulpa	Leña
Corta 1	0	45,7	18,3	39,2
Corta 2	5	59,6	21,7	38,7
Corta 3	10	78,2	26,1	37,3

Las diferencias son mínimas y se producen porque el esquema bajo regeneración posterga la decisión de cosecha por 5 años y durante dicho período tiene un poco más de crecimiento que el esquema que debe realizar plantación.

La evaluación económica se realizó con el criterio del Valor Actual Neto (VAN). El VAN se obtiene de la diferencia de los ingresos y los costos actualizados, de acuerdo a la fórmula:

$$VAN = \sum_{j=0}^{r} \frac{I_j - C_j}{(1+i)^r}$$

Donde:
Ij : Ingresos en un año j
Cj : Costos en un año j
r : Edad de corta final expresada en años
i : Tasa de descuento

La tasa de descuento a utilizar en la evaluación es de un 8 % y el valor del dólar referencial es de 530 pesos chilenos.

El período de la evaluación económica es de un horizonte de 15 años que considera las cortas y todas las actividades de establecimiento del futuro bosque.

RESULTADOS

Para el caso de la evaluación económica del esquema con regeneración, se tiene una VAN de 4.116 US$/ha, mientras que para el caso del esquema que debe realizar plantación, se tiene un VAN de US$ 3.062 US$/ha.

Al comparar estos valores, se puede ver que asegurar una adecuada regeneración es muy conveniente económicamente ya que aun cuando se posterga la cosecha, se disminuye en forma considerable los costos de establecimiento, que solo quedan relegasos a un roce liviando y al establecimiento del cerco. Por otra parte, al realizar la cosecha sin asegurarse de una adecuada semillación que a su vez permita la regeneración natural del bosque, aunque se generan ingresos tempranamente en el flujo económico, es necesario también realizar fuertes costos en los primeros años de la evaluación para asegurar el establecimiento adecuado de la nueva plantación, lo cual provoca que la rentabilidad disminuya considerablemente.

ANEXO 3
INFORMACIÓN AUXILIAR

ANEXO 3.1
ZONAS DE PROCEDENCIA PARA ESPECIES NATIVAS EN EL CENTRO SUR DE CHILE

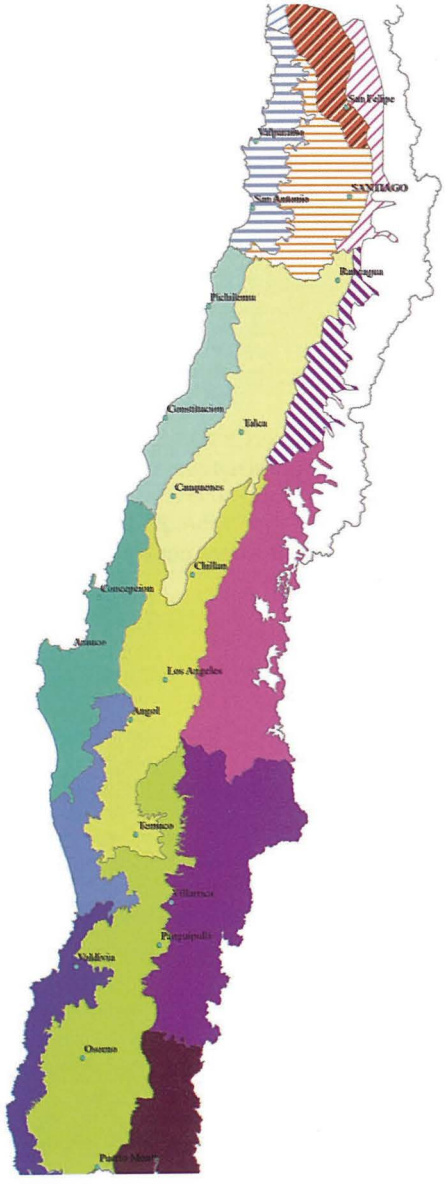


Figura N° A2.1: Propuesta de mapa de zonas de procedencia para especies nativas en el área de distribución del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe (Fuente: Quiroz *et al.* 2013).

DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROCEDENCIAS PARA ESPECIES NATIVAS

COSTA HUASA

Límites 33°55'S 71°50'W, 36°05'S 72°30'W; costa regiones O'Higgins y Maule; altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 501-1000 mm; presencia de tipos forestales Roble-Hualo, Esclerófilo y Roble- Raulí-Coihue; material parental del suelo: roca metamórfica terreno intermedio alto.

VALLE DEL VINO

Límites 34°01'S 71°35'W, 36°48'S 72°31'W; depresión intermedia regiones de O'Higgins, Maule y Bío Bío; Altitudes entre 400 y 800 msnm; rango de precipitación media anual 501-1000 mm; presencia de tipos forestales Roble-Hualo, Esclerófilo y Roble-Raulí-Coihue; material parental del suelo: roca metamórfica y granítica terrenos intermedios.

PLANCHÓN

Límites 33°55'S 71°34'W, 35°30'S 70°51'W; precordillera y cordillera de Los Andes regiones de O'Higgins y Maule; altitudes entre 800 y 1500 msnm; rango de precipitación media anual 501-1500 mm; presencia de tipos forestales Roble-Raulí-Coihue, Esclerófilo, Ciprés de la cordillera y Lenga; descripción del suelo: sedimentos antiguos de origen volcánico, afloramientos rocosos.

GOLFO DE ARAUCO

Límites 36°01'S 72°46'W, 38°27'S 73°17'W; costa región del Bío Bío; altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 1001-1500 mm; presencia de tipos forestales Roble-Raulí-Coihue, Esclerófilo, Roble-Hualo y Araucaria; descripción del suelo: sedimentos marinos en posiciones bajas e intermedias, rocas graníticas en terrenos altos.

SALTO DEL LAJA

Límites 36°09'S 72°31'W, 38°55'S 72°19'W; depresión intermedia regiones del Maule, Bío Bío y Araucanía; ltitudes entre 200 y 700 msnm; rango de precipitación media anual 1001-1500 mm; presencia de tipos forestales Esclerófilo, Roble-Raulí-Coihue; descripción del suelo presente en esta zona: rocas graníticas en terrenos topografía intermedia, arenas volcánicas en terrenos planos a ligeramente ondulados, cenizas volcánicas, y suelos rojos arcillosos.

NEVADOS DE CHILLÁN

Límites 35°21'S 70°28'W, 37°56'S 72°07'W; precordillera y cordillera de Los Andes regiones del Maule y Bío Bío; altitudes entre 700 y 1400 msnm; rango de precipitación media anual 1501-2500 mm; presencia de tipos forestales Roble-Raulí-Coihue, Lenga, Roble-Hualo, Ciprés de la cordillera y Araucaria; descripción del suelo Cenizas volcánicas modernas en terrenos intermedios a altos.

NAHUELBUTA

Límites 37°38'S 73°04'W, 39°18'S 72°37'W; costa e interior región de la Araucanía; 20 altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 1501-2000 mm; presencia de tipos forestales Roble-Raulí-Coihue, Siempreverde y Araucaria; descripción del suelo: sedimentos marinos en posiciones bajas e intermedias, rocas metamórficas en terrenos intermedios, rocas graníticas en terrenos altos quebrados a montañosos.

VALLE DE LOS COLONOS

Límites 37°59'S 72°10'W, 41°45'S 73°37'W; depresión intermedia regiones de la Araucanía, Los Ríos y Los Lagos; altitudes entre 50 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 1501-2000 mm; presencia de tipos forestales Roble-Raulí-Coihue, Siempreverde, Esclerófilo; descripción del suelo presente en esta zona: cenizas volcánicas sobre gravas y sobre material fluvioglacial o aluvial.

VILLARRICA

Límites 37°59'S 72°08'W, 40°25'S 71°52'W; pre cordillera y cordillera de Los Andes regiones de la Araucanía y Los Ríos; altitudes entre 600 y 1500 msnm; rango de precipitación media anual 2501-3500 mm; presencia de tipos forestales Roble-Raulí-Coihue, Coihue-Raulí- Tepa, Lenga, Araucaria y Ciprés de la cordillera; suelos aluviales, cenizas volcánicas, textura media y fina.

COSTA VALDIVIA-ZARAO

Límites 39°18'S 72°51'W, 41°45'S 73°38'W; costa regiones de Los Ríos y Los Lagos; altitudes entre 0 y 700 msnm; rango de precipitación media anual 2001-2500 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Alerce, Coihue de Magallanes y Roble-Raulí-Coihue; descripción del suelo ubicado en esta zona: roca metamórfica micaesquística en terrenos de cerro y valles sedimentarios, cenizas volcánicas antiguas sobre roca metamórfica.

HORNOPIRÉN

Límites 40°21'S 72°27'W, 44°01'S 71°46'W; pre cordillera y cordillera de Los Andes región de Los Lagos; altitudes entre 0 y 1200 msnm; rango de precipitación media anual 3501-4000 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Roble-Raulí-Coihue, Coihue- Raulí-Tepa, Lenga, Alerce y Ciprés de la cordillera. Descripción de suelos: cenizas volcánicas modernas sobre arena, y escoria volcánica sobre grava pumicíticas; arena y lava andesítico-basáltica en topografía plana y ladera de cerros.

ANEXO 3.2
REQUERIMIENTOS DE LUMINOSIDAD DE LA REGENERACIÓN DE LAS ESPECIES ROBLE, RAULÍ Y COIGÜE

Presencia de plantas de regeneración en su "rango óptimo" de luminosidad relativa

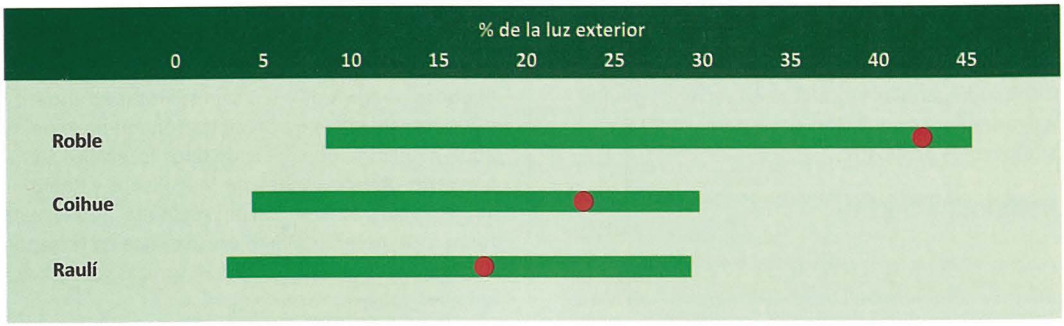
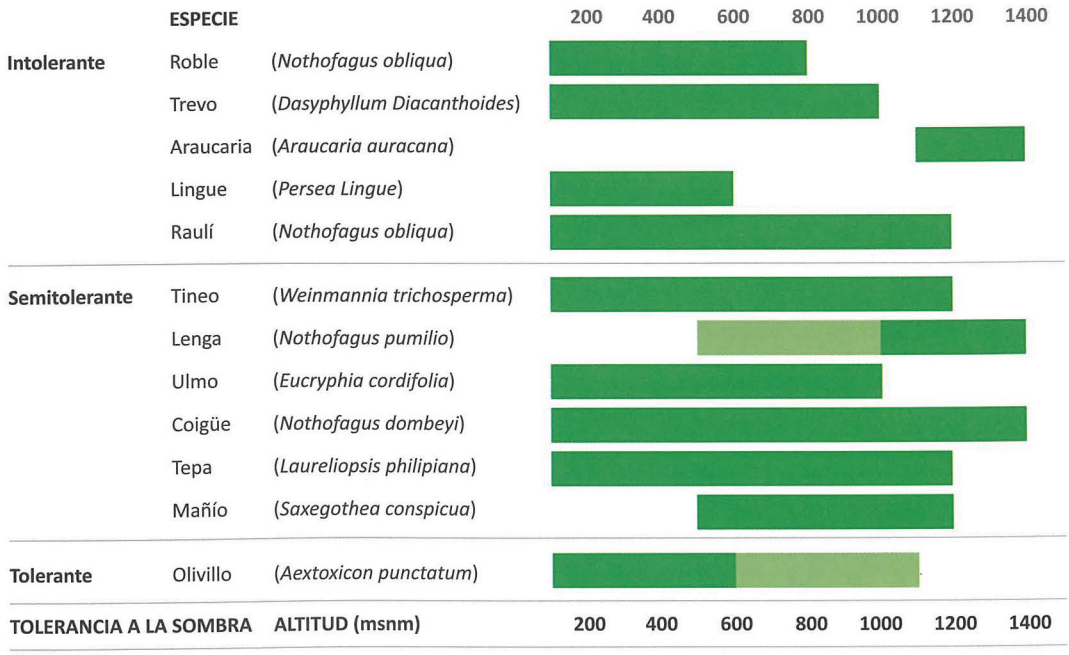


Figura N° A2.2: Presencia de plantas de regeneración según rango de luminosidad relativa y punto óptimo.
Fuente de datos: Weinberger y Ramirez 2001 modificado.

ANEXO 3.3
DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE ESPECIES NATIVAS EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS



(Brun 1979, modificado)

Figura N° A2.3: Requerimientos de luminosidad y distribución altitudinal de las principales especies en la cordillera de la Región de Los Ríos.



Informe Técnico 197

REPORTE DE PRÁCTICAS SILVÍCOLAS 2013

Antecedentes y Herramientas para la Regeneración del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe



INFOR

www.infor.cl