



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES

**CARACTERIZACIÓN REGENERACIÓN NATURAL Y PLANTACIONES  
SUPLEMENTARIAS EN HOYOS DE LUZ, EN EL BIEN NACIONAL  
PROTEGIDO RANCHILLO ALTO, REGIÓN DE ÑUBLE.**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de  
Concepción para optar al título profesional de Ingeniero en Conservación de  
Recursos Naturales

Por: Nicolás Antonio Cortés Soto

Profesor Guía: Eduardo Peña Fernández

Marzo, 2024

Concepción, Chile

CARACTERIZACIÓN REGENERACIÓN NATURAL Y PLANTACIONES  
SUPLEMENTARIAS EN HOYOS DE LUZ, EN EL BIEN NACIONAL  
PROTEGIDO RANCHILLO ALTO, REGIÓN DE ÑUBLE.



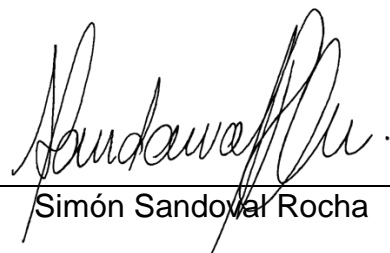
Profesor Guía

---

Eduardo Peña Fernández

Profesor Asociado

Ingeniero Forestal, Dr.



Profesor Guía

---

Simón Sandoval Rocha

Profesor Asistente

Ingeniero Forestal, Dr.

© 2024 Nicolás Antonio Cortés Soto

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer a todas las personas que fueron un apoyo durante todo este proceso, en especial a mi familia y amigos que siempre me entregaron la mejor de las energías.

También a mis amigos y compañeros que me ayudaron en la toma de datos en terreno, no fue un trabajo fácil y ustedes siempre tuvieron la mejor de las voluntades. Gracias, Francisca, Axel y Cristóbal por su tremenda ayuda.

Por otro lado, también agradecer al profesor Simón Sandoval por todo su apoyo en la planificación del terreno y orientación en el procesamiento de la información, gracias por su buena disposición y ayuda constante en todo este proceso.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	6
2.1 Área de estudio .....	6
2.2 Levantamiento de datos en terreno .....	8
2.3 Procesamiento de la información levantada en terreno.....	10
III RESULTADOS.....	13
3.1. Base de datos de plantaciones suplementarias y regeneración natural. .	13
3.2 Análisis de resultados para plantaciones suplementarias .....	15
3.3 Análisis de los resultados para la regeneración natural .....	20
IV DISCUSIÓN .....	25
V CONCLUSIÓN .....	27
VI GLOSARIO.....	29
VII BIBLIOGRAFÍA .....	30

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Mapa de ubicación del Bien Nacional Protegido Ranchillo Alto, Región de Ñuble Chile .....	8
Figura 2. Relación diámetro y altura para Coihue, Raulí y Roble en el Bien Nacional Protegido Ranchillo Alto, Región de Ñuble.....	15
Figura 3. Diámetros y alturas promedio que se registraron bajo la condición de plantación suplementaria en los sectores Maleo y Banco de Lucho en el Bien Nacional Protegido Ranchillo Alto, Región de Ñuble.....	17
Figura 4. Número de plantas que se registraron bajo la condición de plantaciones suplementarias en los sectores de Maleo y Banco de Lucho en el Bien Nacional Protegido Ranchillo Alto, Región de Ñuble. ....	18
Figura 5. Número de plantas para Coihue, Raulí y Roble bajo la condición de regeneración natural y plantación suplementaria, en el sector Maleo, en el Bien Nacional Protegido, Ranchillo Alto, Región de Ñuble.....	18
Figura 6. Número de plantas para Coihue, Raulí y Roble bajo la condición de regeneración natural y plantación suplementaria, en el sector Banco de Lucho, en el Bien Nacional Protegido, Ranchillo Alto, Región de Ñuble.....	19
Figura 7. Altura promedio para Coihue, Raulí y Roble para regeneración natural y plantación suplementaria en el Bien Nacional Protegido Ranchillo Alto, Región de Ñuble.....	20
Figura 8. Abundancia de las especies que se encontraron bajo la condición de regeneración natural en el Bien Nacional Protegido Ranchillo Alto, Región de Ñuble.....	21

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Regeneración natural de las especies presentes en los sectores Banco de Lucho y Maleo en el Bien Nacional Protegido Ranchillo Alto, Región de Ñuble.....	22
---	----

## RESUMEN

El manejo forestal basado en claros de dosel es una práctica silvícola que se apoya en aspectos ecológicos para favorecer la restauración de ecosistemas boscosos. En este estudio se analiza la respuesta de la regeneración natural frente a la apertura del dosel superior a través de la creación de hoyos de luz. Esta intervención se realizó en un bosque de *Nothofagus* adulto, el cual presenta alteraciones en su composición y estructura natural debido a perturbaciones antrópicas. En las condiciones actuales del bosque, la regeneración natural de las especies pertenecientes al género *Nothofagus*, que son las que componen el tipo forestal dominante en el lugar, se ve limitado por presentar baja competencia frente a otras especies mejor adaptadas a crecer bajo el dosel superior del bosque. En este trabajo se levantó información del estado de la regeneración en los hoyos de luz que están restringidos de ganadería a través de un cierre perimétrico, en los cuales se midieron parámetros de abundancia y riqueza de especies. Los principales resultados demuestran que esta práctica silvícola presenta resultados positivos con respecto al establecimiento de la regeneración natural, ya que hubo presencia de las especies que se busca regenerar, que corresponden principalmente a especies pioneras, lo cual cumple con el objetivo principal de este manejo silvícola.

Palabras claves: Hoyos de luz, Regeneración natural, *Nothofagus*.

## ABSTRACT

Forest management based on canopy gaps is a silvicultural practice that relies on ecological aspects to promote the restoration of forest ecosystems. This study analyzes the response of natural regeneration to the opening of the upper canopy through the creation of light gaps. This intervention was carried out in a mature *Nothofagus* forest, which presents alterations in its composition and natural structure due to anthropogenic disturbances. Under the current conditions of the forest, the natural regeneration of species belonging to the genus *Nothofagus*, which make up the dominant forest type in the area, is limited by low competitiveness against other species better adapted to grow under the forest's upper canopy. This study collected information on the status of regeneration in the light gaps that are restricted from livestock through perimeter closure, measuring parameters of species abundance and richness. The main results demonstrate that this silvicultural practice yields positive outcomes regarding the establishment of natural regeneration, as there was presence of the species targeted for regeneration, mainly pioneer species, thus fulfilling the primary objective of this silvicultural management.

Keywords: Light gaps, Natural regeneration, *Nothofagus*

## I. INTRODUCCIÓN

Los bosques constituidos por especies pertenecientes al género *Nothofagus* son muy representativos y son uno de los más presentes en la zona centro sur de Chile. En la última actualización del catastro nacional de recursos vegetacionales elaborado por CONAF, los tipos forestales compuestos por especies de *Nothofagus* son los que ocupan la mayor superficie del bosque nativo en Chile. Estas formaciones boscosas se distribuyen desde la región de Valparaíso hasta la región de Magallanes (CONAF, 2021).

Las especies arbóreas del género *Nothofagus* se comportan como plantas de sucesión temprana, ya que son una de las primeras especies que tienen la capacidad de colonizar áreas desnudas. A su vez presentan un rápido crecimiento inicial que les permite dominar el estrato superior del bosque (Dezzotti et al., 2003). A medida que se van desarrollando, aumenta la competencia intraespecífica, lo que produce un auto raleo natural, permitiendo el establecimiento de las plantas de sucesión tardía (Burschel et al., 1976).

Varios autores señalan que las especies del género *Nothofagus* son intolerantes a la sombra, ya que para que haya ocurrencia de regeneración natural, necesitan condiciones mínimas de luz (Pollmann & Veblen 2004, Soto et al., 2017, Cruz

Johnson & Urrutia 2018). En ambientes donde la luz es limitante, como por ejemplo, bajo el dosel de un bosque adulto, estas especies presentan baja competencia interespecífica frente a otras especies mejor adaptadas a crecer en condiciones de poca luz (Donoso & Nyland 2005).

Algunos estudios señalan que los bosques de *Nothofagus* mantienen su continuidad en el tiempo gracias a la dinámica de disturbios, lo que genera una apertura del dosel superior, mejorando las condiciones de luminosidad y permitiendo el establecimiento de la regeneración de forma exitosa (Burschel et al., 1976, Pollmann & Veblen 2004, Promis, 2018, Soto & Puettmann, 2018).

Los disturbios naturales se pueden presentar a diferentes escalas espaciales en el bosque. Por ejemplo, por la caída de un árbol o un grupo de árboles que genera un claro de dosel, se considera un disturbio a pequeña escala. Por su parte, como también se pueden dar disturbios a gran escala, como los producidos por un incendio o una erupción volcánica, donde se pierde gran parte de la masa boscosa (Promis, 2018).

Por lo general en bosques de *Nothofagus* se presentan con mayor frecuencia los disturbios a menor escala, que generan la apertura de dosel y aumentan la cantidad de recursos disponibles para la regeneración (González et al., 2002).

Estos disturbios se generan principalmente por acción del viento, el peso de la nieve en la copa de los árboles en las zonas más andinas en temporada invernal, o por el desarraigamiento y caída de árboles sobre maduros (Burschel et al., 1976, Promis, 2018).

En bosques degradados debido a perturbaciones producidas por la acción humana, se altera la composición y estructura natural del ecosistema boscoso. Esto genera que se pierda la dinámica de sucesión natural del bosque, lo que puede llegar a producir el reemplazo del rodal original (Zamorano-Elgueta et al., 2014).

En el caso de los bosques de *Nothofagus* que se encuentran bajo algún grado de degradación antrópica, se debe asegurar que el establecimiento de la regeneración no se vea alterado o interrumpido por especies no deseadas tales como la Quila o Colihue (*Chusquea quila* y *C.culeou*) (González et al., 2002). Estas especies presentan un rápido crecimiento inicial y ocupan explosivamente los espacios abiertos cuando se abre de forma repentina el dosel superior del bosque, pudiendo llegar a inhibir la regeneración de especies sombra intolerantes debido a que no dejan espacio disponible para el correcto desarrollo de las plántulas (Burschel et al., 1976, Donoso & Nyland 2005).

El manejo silvícola es una herramienta que busca mantener la continuidad de procesos y funciones esenciales del bosque, así como también mantener su composición y estructura original (Grosse & Quiroz 1998, Sola et al., 2015, Promis, 2018). La silvicultura basada en claros de dosel busca imitar el patrón de dinámica de claros del bosque, donde se genera una apertura del dosel arbóreo a pequeña escala, para aumentar la disponibilidad de recursos y potenciar el establecimiento y crecimiento de la regeneración de especies sombra intolerantes (Cruz Johnson & Urrutia 2018, Promis, 2018).

Los hoyos de luz son intervenciones a pequeña escala que se crean a través de cortas de protección, donde se genera un claro dentro del bosque de forma artificial. En un rodal donde hay una alta densidad de copas, los hoyos de luz permiten que la luz del sol llegue al sustrato, potenciando la germinación de semillas y el establecimiento de las plántulas (Schlegel et al., 2022).

En este caso de estudio se espera que los hoyos de luz que se crearon potencien la regeneración natural de especies del género *Nothofagus* pertenecientes al tipo forestal Roble (*Nothofagus obliqua*), Raulí (*Nothofagus alpina*) y Coihue (*Nothofagus dombeyi*), denominado RO-RA-CO, el cual domina en el área de estudio.

Este trabajo se centra en un bosque de *Nothofagus* adulto, el cual se encuentra en un estado de desmoronamiento, ya que existe una alta presencia de árboles sobre maduros y poco establecimiento de la regeneración. Lo anterior debido a que en el pasado se realizó tala selectiva, donde se extrajeron los árboles de mejor calidad del punto de vista maderero, lo cual junto con la herbivoría generada por la ganadería presente en el lugar, afectó la dinámica de sucesión natural del bosque. Esto trae como consecuencia que la regeneración natural de las especies que constituyen los estratos superiores se vea limitada por la alta presencia de especies de estratos inferiores, que ocupan los espacios abiertos del bosque.

El objetivo de este trabajo es evaluar el estado de la regeneración natural y artificial en sectores en los cuales se realizó manejo silvícola basado en hoyos de luz. Además, se evaluó el estado actual de crecimiento de las especies de *Nothofagus* que fueron plantadas en los hoyos de luz, determinando la abundancia y su estructura de regeneración. Por lo que este trabajo genera información del estado de crecimiento de la primera etapa de desarrollo de la regeneración, lo que permitirá evaluar el efecto de las intervenciones silvícolas realizadas en el predio.

## II. METODOLOGÍA

### 2.1 Área de estudio

El área de estudio corresponde al Bien Nacional Protegido Ranchillo Alto, el cual se encuentra ubicado en la zona precordillera de la comuna de Yungay, Región de Nuble. Esta área está inserta dentro de la Reserva de la Biosfera Corredor Biológico Nevados de Chillán – Laguna del Laja, el cual fue declarado por la UNESCO el año 2011, por su alto valor de biodiversidad y su importancia de conservación.

El predio presenta un rango altitudinal que va desde los 600 a 1.500 m.s.n.m, cuenta con una superficie de 579 hectáreas según lo descrito en el plan de manejo vigente, pero según mediciones más actualizadas la superficie total corresponde a 634 hectáreas (Figura 1). Presenta una topografía con pendientes suaves y una exposición Noroeste.

El clima de la zona es mediterráneo de lluvias invernales de altura, según la última actualización de la clasificación climática de Köppen-Geiger (Sarricolea *et al.* 2017). Presenta estaciones marcadas a lo largo del año, con bajas temperaturas durante los meses de invierno, además de presencia de heladas y caída de nieve. Durante los meses de verano hay un periodo de sequía de 3 a 4

meses, y las precipitaciones varían entre los 1.000 a 1.500 mm anuales, y se concentran durante los meses de invierno.

La vegetación existente corresponde principalmente a bosques adultos y renovales pertenecientes al tipo forestal RO-RA-CO, el cual domina el estrato superior. La gran mayoría del bosque se encuentra bajo algún grado de alteración, producto de los efectos negativos que generó la tala selectiva que sufrió en el pasado por la extracción de recursos madereros. Además de los efectos negativos que genera la presencia de ganado dentro del predio, que afecta el establecimiento de la regeneración, producto del ramoneo.

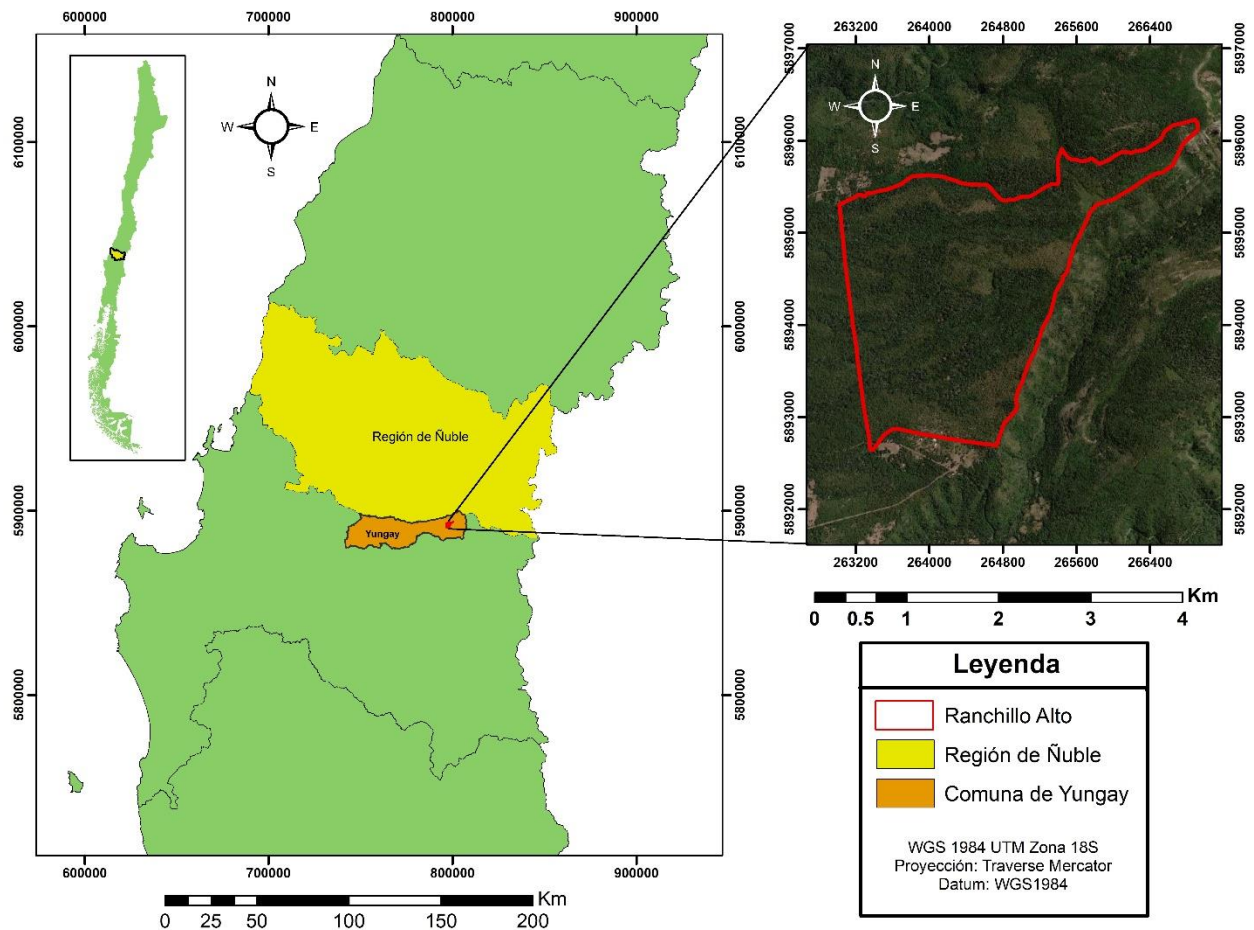


Figura 1. Mapa de ubicación del Bien Nacional Protegido Ranchillo Alto, Región de Ñuble, Chile.

## 2.2 Levantamiento de datos en terreno

La toma de datos en terreno se realizó en dos de los seis sectores donde se realizaron cortas de protección en hoyos de luz (radio aproximado de 30 m), debido a que solo en los sectores de Maleo y Banco de Lucho se llevaron a cabo plantaciones suplementarias, junto con la construcción de un perímetro

alambrado en torno a los hoyos de luz, con el fin de proteger la regeneración de los efectos de la herbivoría.

Cabe destacar que los sectores donde se realizaron intervenciones solo corresponden a unidades de manejo, lo que significa que no hay una diferenciación entre sectores, ya que las características del terreno y el bosque son similares en toda el área de estudio. La toma de datos en los demás sectores se descartó, ya que la información disponible para medir era insuficiente, además no hay un resguardo frente a la herbivoría, lo que implica que no se puede asegurar que la regeneración actual se mantenga en el futuro.

En el trabajo de terreno se levantó información de 23 parcelas en total, cada una de 500 m<sup>2</sup>, donde se midió a todos los individuos que fueron plantados en cada hoyo de luz, los cuales no se consideraron como regeneración natural. Además, se generó una subparcela de muestreo dentro de la parcela de 500 m<sup>2</sup>, para medir el estado de la regeneración natural y la riqueza de especies arbóreas.

Los parámetros que se midieron para las plantaciones suplementarias fueron, en primer lugar, identificar la especie a la que correspondía cada planta, las cuales podían corresponder a Raulí, Roble o Coihue, luego se midió la altura de cada

individuo, el DAC (diámetro a la altura del cuello) y el DAP (diámetro a la altura del pecho) solo a las plantas que presentaban una altura superior a 1,30 metros.

El tamaño de la subparcela de muestreo varía según la densidad de plantas que hay dentro de la parcela, donde se definió un tamaño de 25 m<sup>2</sup> en parcelas donde hay alta densidad de regeneración, y un tamaño de 100 m<sup>2</sup> en las parcelas que presentan más baja densidad, esto con la finalidad de agilizar el trabajo en terreno y tener datos más representativos. Dentro de las subparcelas se midieron todas las especies arbóreas, considerando el número total de individuos por especie y su altura promedio.

Otros parámetros importantes que se registraron en cada parcela fue la vegetación acompañante y su estado de desarrollo, además se registraron la presencia de árboles residuales dentro de los hoyos de luz.

### 2.3 Procesamiento de la información levantada en terreno

Con los datos de las mediciones que se llevaron a cabo en terreno, se crearon tablas de rodal considerando dos condiciones, plantación suplementaria y regeneración natural. En el caso de las plantaciones, los datos se agruparon a partir de clases diamétricas y se extrapolaron a nivel de hectáreas, utilizando un factor de expansión, el cual se calculó dividiendo los metros cuadrados que tiene

una hectárea, en los metros cuadrados que tiene la parcela de muestreo, en este caso  $10.000 \text{ m}^2/500 \text{ m}^2 = 20$ . Se utilizó el mismo factor de expansión para ambos sectores, ya que todas las parcelas tienen un tamaño de  $500 \text{ m}^2$ . A través de esto se determinó la densidad de árboles por hectárea para Roble, Raulí y Coihue, que son las tres especies que se utilizaron para enriquecer los hoyos de luz.

Por otro lado, se calculó la altura promedio para las especies que están bajo la condición de plantación suplementaria en cada una de las parcelas que se midieron, esto para determinar cuál de las tres especies presentó mayor crecimiento desde que fueron plantadas. En base a esta información se realizó una comparación con respecto a la altura promedio de estas mismas tres especies, pero que están bajo la condición de regeneración natural.

Con los datos de la regeneración natural que se levantaron a través de las subparcelas de muestreo, se determinó la riqueza arbórea, haciendo un filtro por especies a toda la base de datos en ambos sectores. Para cada especie que fue identificada bajo la condición de regeneración natural, se calculó su abundancia, extrapolando el número de plantas a nivel de hectárea, utilizando el factor de expansión, en el caso de las subparcelas de  $25 \text{ m}^2$ , se empleó un factor de expansión de 20, mientras que para las subparcelas de  $100 \text{ m}^2$  se utilizó un factor de expansión de 100.

Se obtuvieron los valores de abundancia a nivel de hectárea de Roble, Raulí y Coihue, para las dos condiciones de muestreo, plantación suplementaria y regeneración natural, con lo cual se creó un gráfico donde se puede ver cuál es la especie que presentó mayor densidad de plantas por hectárea en ambas condiciones.

Otro de los procesos que se llevó a cabo en torno a la información levantada en terreno fue calcular los promedios del DAC, DAP y altura para todas las parcelas de muestreo, para obtener un promedio general para ambos sectores. Por otro lado, se generó un gráfico de dispersión, relacionando las variables de altura y diámetro para las tres especies que están bajo la condición de plantación suplementaria, agregando una línea de tendencia central para ver que tanto varían los datos que se midieron en terreno, con respecto a sus valores promedios.

### III RESULTADOS

#### 3.1. Base de datos de plantaciones suplementarias y regeneración natural.

Los resultados obtenidos de este trabajo corresponden principalmente a la base de datos que se levantó en terreno, la cual contiene información de diámetro y altura de todos los individuos que fueron plantados dentro de los hoyos de luz. Por otro lado, también se creó una base de datos en torno al estado de la regeneración natural dentro de los hoyos de luz, a través de una estimación de la riqueza de especies presentes y su estado de crecimiento, en base los valores de alturas promedios.

En el caso de las plantaciones suplementarias, se midieron más de 818 individuos en las 23 parcelas que se muestrearon, donde el 82% corresponde a Raulí, el 12% a Coihue y el 6% a Roble. Es importante destacar que los individuos que se plantaron dentro de los hoyos de luz provienen de la misma área de estudio, por lo tanto, mantienen las mismas características genéticas.

Las unidades de manejo que se evaluaron, denominadas Maleo y Banco de Lucho, presentaron una diferenciación con respecto al número de árboles por hectárea, ya que en el sector de Maleo hay mayor densidad de árboles plantados en comparación con Banco de Lucho (Figura 5). De igual manera, también se

evidenció una diferencia notoria en los valores de diámetro y alturas en ambos sectores, donde Maleo presenta valores promedios casi dos veces más altos que en Banco de Lucho (Figura 4).

Esta diferencia en los datos obtenidos ocurre principalmente porque las plantaciones se realizaron en años diferentes. En el caso de Maleo las plantaciones suplementarias se llevaron a cabo entre el año 2017 – 2018, por lo tanto, llevan más de 5 años establecidas en las parcelas. En cambio, en el sector Banco de Lucho las plantaciones suplementarias se llevaron a cabo en mayo del 2023, por lo que son individuos que se están recién estableciendo.

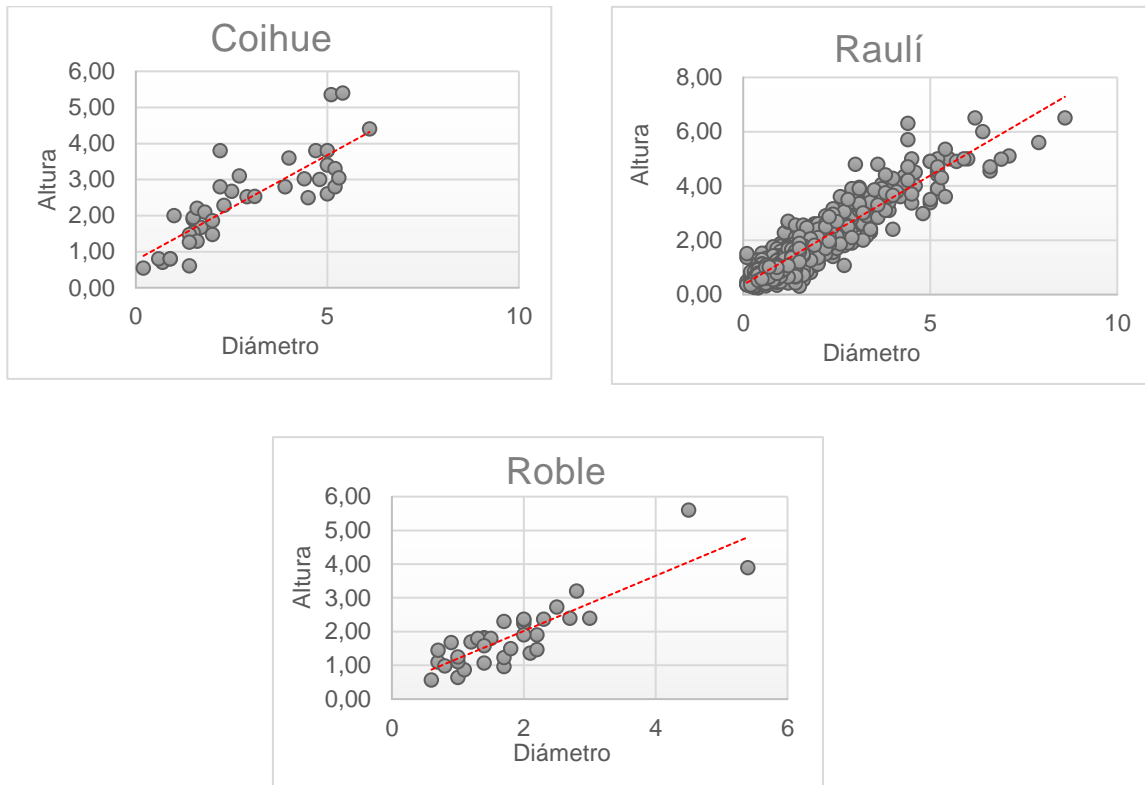


Figura 2. Relación diámetro y altura para Coihue, Raulí y Roble en el Bien Nacional Protegido Ranchillo Alto, Región de Ñuble.

### 3.2 Análisis de resultados para plantaciones suplementarias

Según los resultados obtenidos a partir de las mediciones que se llevaron a cabo en terreno, se utilizó mayoritariamente Raulí para enriquecer los hoyos de luz, ya que, según el testimonio de uno de los trabajadores que estuvo a cargo de las plantaciones, Raulí presentaba mayor presencia de árboles semilleros en el predio, por lo tanto, había mayor disponibilidad de plántulas para trasplante.

En algunas parcelas los individuos plantados alcanzaron alturas hasta de 6,5 metros y diámetros altura pecho superiores a 8 cm de ancho, esto en un periodo de tiempo de más de 5 años desde que fueron plantados. La mayoría de estos valores más altos correspondieron a Raulí (Figura 3). En algunos casos se realizaron podas y control de sotobosque, lo cual potenció el crecimiento de las distintas especies que fueron plantadas, y generó más variación en los datos obtenidos.

Por otro lado, también hay individuos con valores más bajos con respecto a sus diámetros y alturas, los cuales corresponden principalmente a los que llevan menos tiempo desde que fueron plantados en las parcelas. Los valores obtenidos para las 3 especies que se utilizaron en las plantaciones suplementarias son muy dispersos con respecto a sus valores promedios (Figura 3), debido a que no todos fueron plantados en el mismo año. El primer trabajo de enriquecimiento se llevó a cabo entre el año 2017-2018, que fue cuando se perimetra los primeros hoyos de luz.

En las plantaciones más recientes que se llevaron a cabo en mayo del 2023, el valor promedio de alturas fue de un metro (Figura 4). En este caso no hay certeza de que estén establecidos de forma exitosa, ya que, según algunos autores, los individuos que están bajo una condición de plantación suplementaria deben sobrevivir al menos tres temporadas desde que fueron plantados para asegurar

su establecimiento. Debido a que en muchos casos la tasa de supervivencia puede disminuir hasta un 60% en los tres primeros años (Salinas et al., 2018, Schlegel Heldt et al., 2022), principalmente por condiciones limitantes en el suelo, disponibilidad hídrica y competencia con especies de sotobosque(Dezzotti et al., 2003).

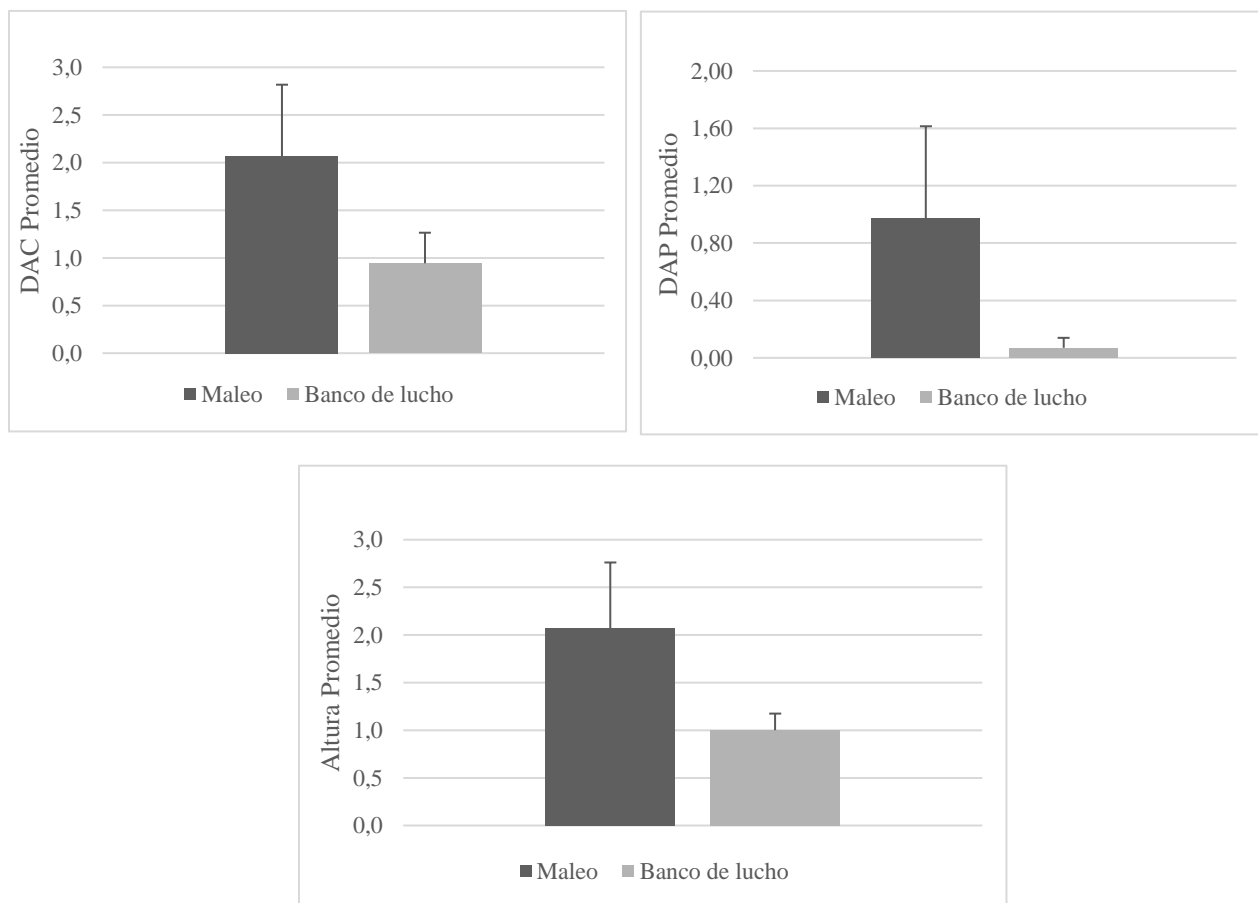


Figura 3. Diámetros y alturas promedio que se registraron bajo la condición de plantación suplementaria en los sectores Maleo y Banco de Lucho en el Bien Nacional Protegido Ranchillo Alto, Región de Ñuble.

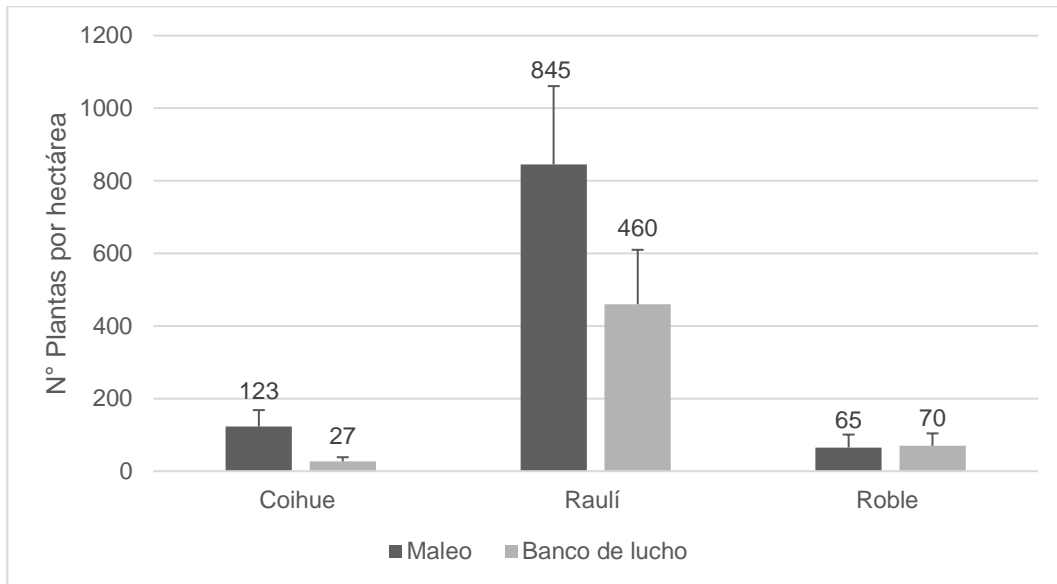


Figura 4. Número de plantas que se registraron bajo la condición de plantaciones suplementarias en los sectores de Maleo y Banco de Lucho en el Bien Nacional Protegido Ranchillo Alto, Región de Ñuble.

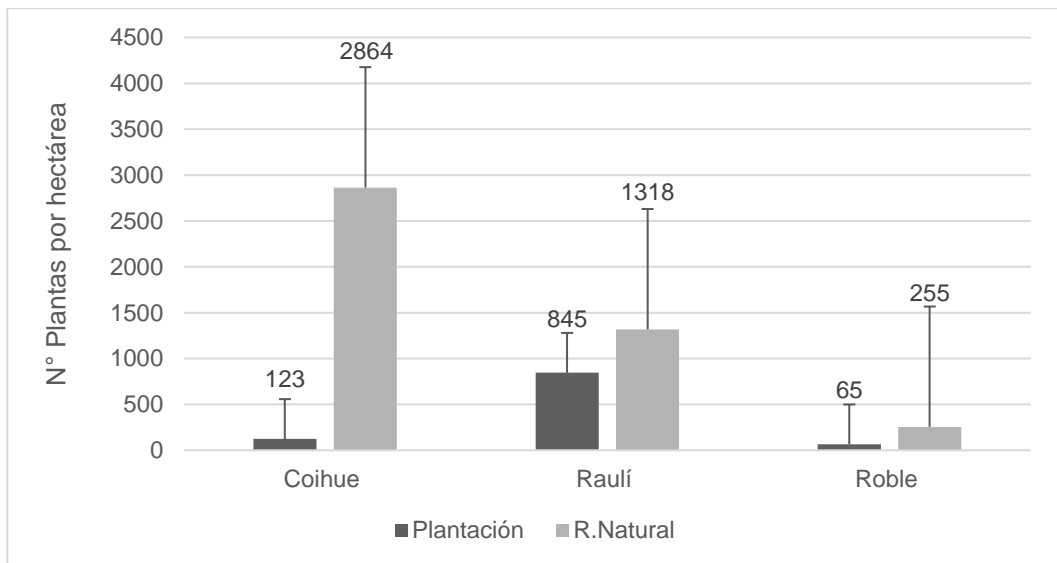


Figura 5. Número de plantas para Coihue, Raulí y Roble bajo la condición de regeneración natural y plantación suplementaria, en el sector Maleo, en el Bien Nacional Protegido, Ranchillo Alto, Región de Ñuble.

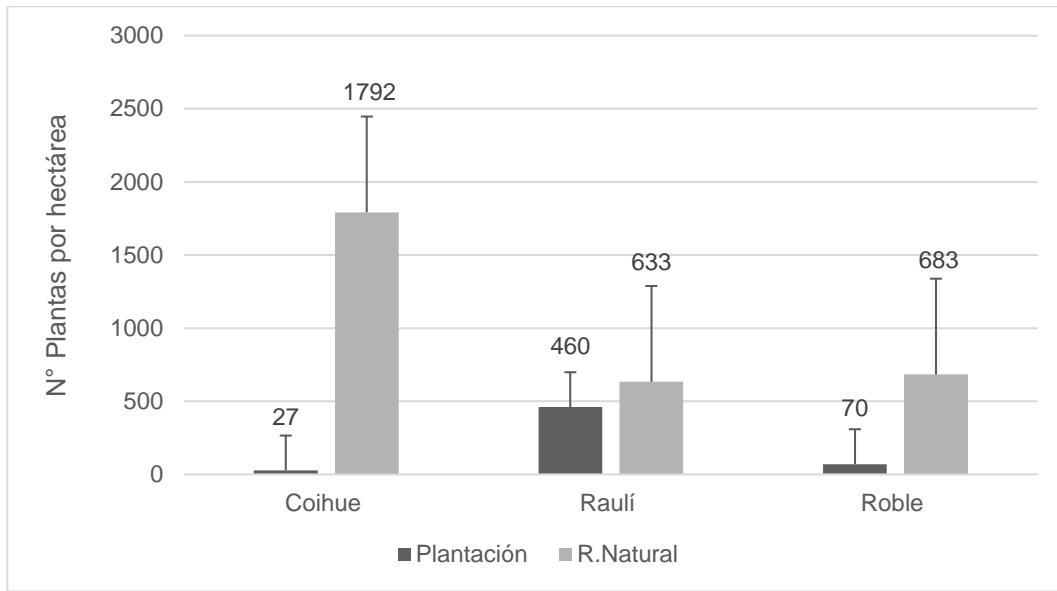


Figura 6. Número de plantas para Coihue, Raulí y Roble bajo la condición de regeneración natural y plantación suplementaria, en el sector Banco de Lucho, en el Bien Nacional Protegido, Ranchillo Alto, Región de Ñuble.

Al comparar los resultados obtenidos entre plantaciones suplementarias y regeneración natural, se puede ver que el número de plantas por hectárea para Roble, Raulí y Coihue es mucho más bajo en la condición de plantación, tanto para el sector Maleo (Figura 6) como para el sector Banco de Lucho (Figura 7).

Las plantaciones suplementarias complementan la regeneración natural, ya que, en este caso, la especie que más se usó para enriquecer los hoyos de luz fue Raulí, que justamente es la que presentó uno de los valores más bajos en condiciones de regeneración natural, si se observa únicamente las tres especies que componen el tipo forestal dominante.

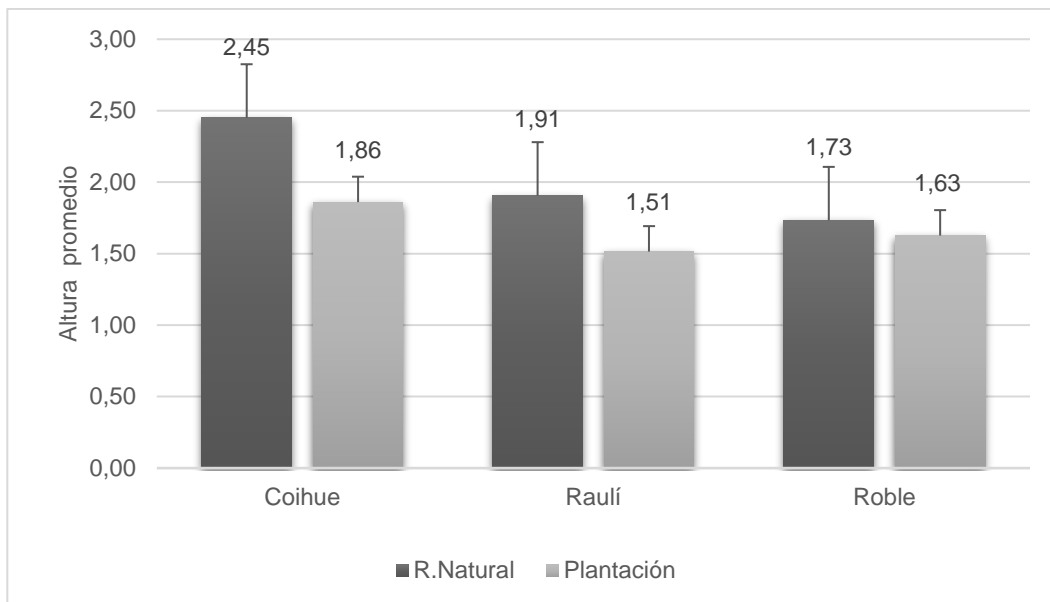


Figura 7. Altura promedio para Coihue, Raulí y Roble para regeneración natural y plantación suplementaria en el Bien Nacional Protegido Ranchillo Alto, Región de Ñuble.

### 3.3 Análisis de los resultados para la regeneración natural

Las condiciones de la regeneración natural también presentan características diferentes en ambos sectores de muestreo en términos de riqueza y abundancia. El sector Maleo presentó mayor riqueza, con nueve especies identificadas, donde Coihue presentó la mayor abundancia a nivel de hectárea. En el caso del sector Banco de Lucho la riqueza fue menor, con seis especies identificadas (Tabla 1), donde a diferencia del sector Maleo, la mayor abundancia de individuos por hectárea la presentó Chinchin (*Azara microphylla*), la cual es una especie nativa

y característica de la zona, que presenta características de crecimiento arbustivo por su rápido crecimiento y alta densidad.

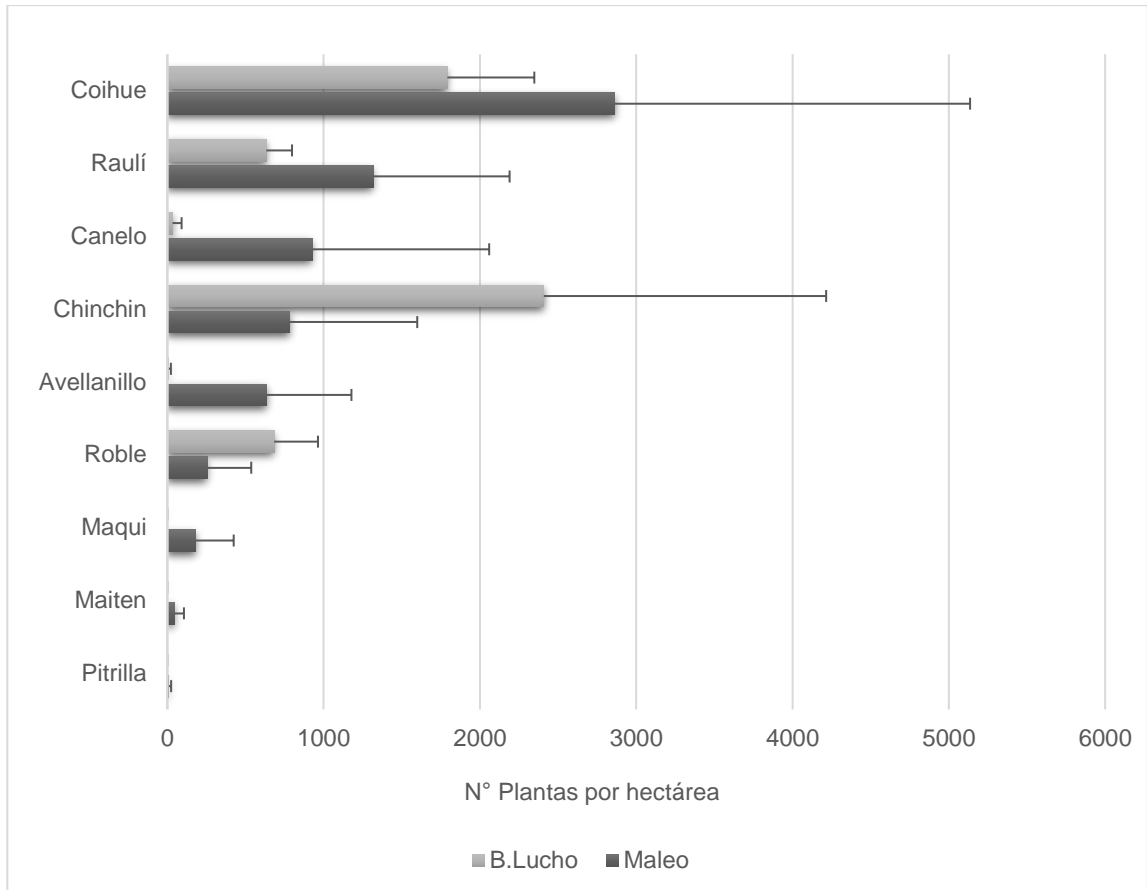


Figura 8. Abundancia de las especies que se encontraron bajo la condición de regeneración natural en el Bien Nacional Protegido Ranchillo Alto, Región de Ñuble.

Tabla 1. Regeneración natural de las especies presentes en los sectores Banco de Lucho y Maleo en el Bien Nacional Protegido Ranchillo Alto, Región de Ñuble.

Espece	Maleo (N° Arb/ha)	B. Lucho (N° Arb/ha)
<i>Pitrilla (Myrceugenia chrysocarpa)</i>	9	0
<i>Maiten (Maytenus boaria)</i>	45	0
<i>Maqui (Aristotelia chilensis)</i>	182	0
<i>Roble (Nothofagus obliqua)</i>	255	683
<i>Avellanillo (Lomatia dentata)</i>	636	8
<i>Chinchin (Azara microphylla)</i>	782	2408
<i>Canelo (Drimys winteri)</i>	927	33
<i>Raulí (Nothofagus alpina)</i>	1318	633
<i>Coihue (Nothofagus dombeyi)</i>	2864	1792

Algunas especies tuvieron mejor respuesta frente a la apertura del dosel superior del bosque, en el caso de Coihue, en el sector de Maleo presentó una abundancia de más de 2.800 plantas por hectárea (Tabla 1). Según lo que se evidenció en terreno, la regeneración no se distribuye de manera homogénea dentro de los hoyos de luz, sino que se agrupa en algunos sitios dentro de las parcelas, con altas densidades, generándose competencia interespecífica, principalmente en el caso de Coihue. Esto ocurrió en ambos sectores, donde los individuos

presentaron un alto crecimiento inicial, con una altura promedio de 2,45 metros (Figura 8).

En el caso de Raulí, también presentó buena respuesta frente a la apertura de dosel, con más de 1.300 individuos a nivel de hectárea (Tabla 1), que se distribuyen de manera homogénea dentro de la parcela, creciendo de forma más individual, sin presentar competencia interespecífica.

Por otro lado, Canelo (*Drimys winteri*), presentó gran número de individuos en condición de regeneración natural dentro de los hoyos de luz, con más de 900 individuos a nivel de hectárea (Tabla 1), principalmente en parcelas que estaban cercanas a cursos de agua, con mejores condiciones de humedad y presencia de individuos adultos cercanos a los claros.

En el sector Banco de Lucho, Chinchin (*A. microphylla*) presentó la mejor respuesta a la apertura de dosel, con más de 2.400 plantas por hectárea (Tabla 1), los cuales a nivel de parcela se encontraban distribuidos de manera bastante homogénea, en algunos puntos sin dejar mucho suelo descubierto. En el caso de Coihue, presentó menor abundancia a nivel de hectárea que en el sector Maleo, con 1.792 individuos (Tabla 1). Otra de las especies que presentó buena respuesta fue Roble, con mayor abundancia a comparación que en el sector

Maleo, con 683 plantas por hectárea (Tabla 1), esto podría deberse a que había mayor presencia de Robles adultos cercanos a los hoyos de luz.

## IV DISCUSIÓN

Los resultados demuestran que en ambos sectores donde se midió el estado de la regeneración natural, hay presencia de Roble, Raulí y Coihue, que son las tres especies que componen el tipo forestal dominante en el área de estudio. Esto indica que existe un banco de semillas disponible en el sustrato, provenientes de la vegetación acompañante, que actúan como árboles semilleros, permitiendo la ocurrencia de la regeneración natural en los hoyos de luz.

Algunos ensayos de regeneración en hoyos de luz muestran que cuando no hay presencia de árboles semilleros en los sitios donde se generan los claros de dosel, la regeneración natural de especies arbóreas demora más tiempo en establecerse. Esto tiene como consecuencia que las especies de sotobosque, tales como Radal (*L. hirsuta*), Coligue (*C. culeou*), Chinchin (*A. microphylla*), Quila (*C. quila*), entre otras, terminen dominando las zonas intervenidas, inhibiendo la regeneración de especies pioneras (Díaz & Armesto 2007, Schlegel Heldt et al., 2022).

La densidad de árboles por hectárea presente en el caso de Raulí y Coihue muestra resultados aceptables a comparación de otros casos de estudios, que en el mismo periodo de tiempo, presentan densidades de entre 2.500 a 3.000 individuos por hectárea (Cruz Johnson & Urrutia 2018). En el caso de Roble, que

presentó la menor densidad de individuos, ya que en ninguno de los dos sectores alcanzó valores mayores a las 1.000 plantas por hectárea. Se podría decir que no presentó una buena respuesta frente a la creación de los hoyos de luz, ya que si se compara estos resultados con los valores obtenidos en el trabajo de (Dezzotti et al., 2003), la densidad es bastante baja considerando que han pasado cinco años desde que se realizó la intervención.

Un aspecto positivo con respecto al estado de la regeneración dentro de los hoyos de luz, es que no se encontró presencia de especies no deseadas dentro de las parcelas, tales como Coligue (*Chusquea sp*), que en otros casos de estudios coloniza los espacios abiertos posterior a la apertura de dosel, resultando una limitante para el establecimiento de la regeneración de especies pioneras tales como las del género *Nothofagus* (Donoso & Nyland 2005). Pero si se considera la alta densidad de Chinchin (*A. microphylla*), esta especie podría tener efectos no deseados en el correcto establecimiento de la regeneración, ya que ocupa rápidamente el espacio abierto.

Con respecto al estado de crecimiento de las plantaciones suplementarias, en términos generales se puede decir que los individuos que se plantaron en el periodo 2017-2018, se establecieron de manera óptima, pero debido a que no hay información previa de las condiciones iniciales, no se puede hacer un análisis de la tasa de mortalidad y crecimiento hasta la fecha.

## V CONCLUSIONES

Como conclusión se puede decir que las intervenciones que se llevaron a cabo en el área de estudio, a través de las cortas de protección en hoyos de luz, han generado resultados positivos con respecto al establecimiento de regeneración natural, ya que en todos los hoyos de luz que se muestrearon, había presencia de regeneración natural de las especies pioneras que componen el tipo forestal dominante en el lugar. Esto muestra que uno de los objetivos principales de este tipo de manejo silvícola se está cumpliendo, que es mantener la continuidad del bosque cuando este ya no tiene su capacidad natural para regenerarse.

Con respecto a las plantaciones suplementarias dentro de los hoyos de luz, se puede decir que en general han presentado una buena respuesta frente a su establecimiento. En este caso resulta una buena práctica, ya que complementa la densidad de árboles por hectárea de las especies del tipo forestal dominante que se busca regenerar.

También es importante destacar que la construcción del cierre perimétrico en torno a los hoyos de luz fue un factor altamente influyente para que la regeneración natural y plantaciones suplementarias pudieran desarrollarse libremente. En terreno se pudo evidenciar que en otros hoyos de luz que no contaban con cierre perimétrico, la presencia de regeneración era casi nula,

debido a los efectos negativos que genera la herbivoría producida por el ganado que se encuentra en el área de estudio. Por lo tanto, es importante considerar el cierre perimétrico para futuras intervenciones que se generen en el área de estudio.

Los objetivos de este trabajo en particular se cumplen, ya que, con toda la información levantada en terreno, se crea una primera línea base del estado de la regeneración dentro de los hoyos de luz, tanto para regeneración natural y artificial, debido a que no había información de datos de monitoreos previos. A través de esta base de datos, se pueden realizar estudios futuros para evaluar cómo cambian las características composicionales y estructurales de la regeneración natural.

## VI GLOSARIO

Regeneración Natural: proceso natural por el cual las especies vegetales se establecen y crecen sin la intervención directa del ser humano.

Plantaciones suplementarias: plantación de árboles adicionales en un área donde la regeneración natural puede ser insuficiente.

Dosel superior: capa superior o más alta del estrato del bosque, compuesta por las copas, que forman el techo del bosque.

Hoyos de Luz: área abierta o despejada en el dosel superior del bosque que permite el ingreso de luz solar al suelo.

Herbivoría: consumo de plantas por parte de animales herbívoros.

## VII BIBLIOGRAFÍA

- Burschel P., C. Gallegos, W.M. O. Martínez. 1976. Composición y dinámica regenerativa de un bosque virgen mixto de raulí y coigüe. *Bosque (Valdivia)*. 10.4206/bosque.1976.vln2-02
- CONAF. 2021. Corporación Nacional Forestal. (2020). *Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile: Actualizaciones al año 2020*.
- Cruz Johnson P., J. Urrutia. 2018. Efecto de una corta de protección sobre el establecimiento de regeneración en bosque de Nothofagus. *Madera y Bosques* 24(2). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421558>
- Dezzotti A., R. Sbrancia, M. Rodríguez, D. Roat, A. Parisi. 2003. Regeneración de un bosque mixto de Nothofagus (Nothofagaceae) después de una corta selectiva. *Revista Chilena de Historia Natural* 16, 591-602.
- Díaz M.f., j.j. Armesto. 2007. Limitantes físicos y bióticos de la regeneración arbórea en matorrales sucesionales de la Isla Grande de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 18, 13-26.
- Donoso P.J., R.D. Nyland. 2005. Densidad de plántulas según estructura, dominancia y cobertura del sotobosque en rodales de bosques primarios del tipo bosque siempreverde en la cordillera de la costa de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 78, 51-63.
- González M.E., T.T. Veblen, C. Donoso, L. Valeria. 2002. Tree regeneration responses in a lowland Nothofagus-dominated forest after bamboo dieback in South-Central Chile. *Plant Ecology* 161, 59-73.
- Grosse H., I. Quiroz. 1998. Silvicultura de los bosques de segundo crecimiento de Roble, Raulí y Coigüe en la región centro-sur de Chile. pp. 95-128. En: *Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile* (LARA C.D.A., ed).
- Pollmann W., T.T. Veblen. 2004. Nothofagus regeneration dynamics in south-central Chile: A test of a general model. *Ecological Monographs* 74(4), 615-634.
- Promis Á. 2018. Claros de dosel en bosques nativos templados de Chile y Argentina: Conocimientos actuales y desafíos para el futuro. pp. 44-70. En: *Silvicultura en bosques nativos* (Donoso P.J., Á. Promis, D.P. Soto, ed).

- Salinas J., B. Acuña, A. Uribe. 2018. Establecimiento de ensayo de plantación suplementaria en bosques alterados de ñirre (*Nothofagus antártica* (g. Forst.) Oerst.) En la Región de Aysén. *Ciencia e Investigación Forestal INFOR Chile* 24, 20-43.
- Sarricolea P., M. Herrera, Ó. Meseguer. 2017. Regionalización climática de Chile continental. *Journal of Maps*. pp. 66-73.
- Schlegel Heldt B., S. Müller-Using, H. Keim. 2022. Ensayo de regeneración natural en bosques del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe. *Ciencia & Investigación Forestal* 28(1), 23-35.
- Sola G., H. Attis Beltrán, L. Chauchard, L. Gallo. 2015. Efecto del manejo silvicultural sobre la regeneración de un bosque de *Nothofagus dombeyi*, *N. alpina* y *N. obliqua* en la Reserva Nacional Lanín (Argentina). *Bosque (Valdivia)* 36(1), 113-120.
- Soto D.P., D.F. Jacobs, C. Salas, P.J. Donoso, C. Fuentes, K.J. Puettmann. 2017. Light and nitrogen interact to influence regeneration in old-growth *Nothofagus*-dominated forests in south-central Chile. *Forest Ecology and Management* 384, 303-313.
- Soto D.P., K.J. Puettmann. 2018. Manejo del nicho realizado a través de la alteración del suelo mejora la regeneración natural en bosques primarios con corta selectiva: Vinculando teoría con práctica. pp. 28-43. En: *Silvicultura en bosques nativos*, (Donoso P.J., Á. Promis, D.P. Soto, eds).
- Zamorano-Elgueta C., L. Cayuela, J.M. Rey-Benayas, P.J. Donoso, D. Geneletti, R.J. Hobbs. 2014. The differential influences of human-induced disturbances on tree regeneration community: a landscape approach. *Ecosphere* 5(7). <http://dx.doi.org/10.1890/ES14-00003.1>