



RIDAA
Repositorio Institucional
Digital de Acceso Abierto de la
Universidad Nacional de Quilmes



Universidad
Nacional
de Quilmes

Vorraber, Leslie Bárbara

Evaluación de la restauración forestal post-incendio en bosques de *Araucaria araucana* y *Nothofagus spp* en el suroeste de la provincia del Neuquén



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:

Vorraber, L. B. (2024). *Evaluación de la restauración forestal post-incendio en bosques de Araucaria araucana y Nothofagus spp en el suroeste de la provincia del Neuquén. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/4494>*

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

Š•|aÁÓ|àaaák[||aa^|ÉÜ^][•a|qÁQ•cē&q}aŦŦāaa^ÁŦ&•[ÁŦaā|qÉā
T aē:[Á^ÁŦEGÉ]É]ÉÜ|Éā
@qHŦāaaÉ}~Éā^ÉaaÉā
Wj a^!•āaaÁaaā}aa^ÁŦ~ā|Á•ÉÜ^&^aaāáÁŦ[•*|aa|Éā
T aē•dāa}ÁŦēāā}ÁÁŦ•aa[||ÁŦ•c}aa^

Evaluación de la restauración forestal post-incendio en bosques de *Araucaria araucana* y *Nothofagus spp* en el suroeste de la provincia del Neuquén

TESIS DE MAESTRÍA

Leslie Bárbara Vorraber

l.vorraber@conicet.gov.ar

Resumen

Š•.Áa[•~^•Áa^Á^@..]ÁŦEaa&aaÁaaē&aaēaa^Á^} &^}d aaÁa^Áē^!aa^c&~•āaa^}Á|Á
}[|Á•c^Áa^ÁaaÁaaē}[aaÉŦŦ•q•Áa[•~^•Áa^cāc}Á}Áā}[|cēc^Ácā|Áāq|5*ā|Á|Á|{aaÁ
]aa^Áa^ÁaaÁ|aaÁ|•Áācē~aaÁa^|aa^aaÁ|Á^Á@āaaÁ•dā*ā|Éā|Áāc|āā•Éā{[Á
|[Áq&]āā•Éā^•^}[^fiāāÁ}Á}aa^|Áā}[|cēc^Á}Á|Áa[•~^•Ác}[|aa[Áa^ÁaaÁ^*aa}Á
Ŧēāā[ÉÜaaē5]aaÉŦŦŦ]d^Á|Á•Á•&q•Áa^Á|Á•Áāc|āā•Éā^Á^•a^Á^} &q}aa^~^Áā|[āāaaēÁ
^Áaaē&Áa^Á^dā}c^ÁÁaaāā}[aaāaaÁaa|aaÁÁa^:ā&aa^}c^Á}Á|Áācāq•Á•daaē•Á
ā^Áaaē^•^aaē}Éā[ā^|aaēā[Á|Á&^&qā}q•ÁÁaaāā^!•āaaÁa^ÁaaÁ•^&•Ác^•^aa^•Á
]|••}c^ÉŦŦ|Á|aaÁa^Á•cāāÁa^Á•c^Áaaēaa|Á||••}[ā^aa}Á^&q|Áq&]āaa[Á}ÁŦEÉÉÉā
~āaaē[Á|5cā|[ÁqāaaēÁŦ~aa&q|ÉāÁa^}d[É•c^Áa^Áaa|cā&aa^Áa^~•..]ÉāÁaaÁÁ
\{Áa^ÁaaāāaaÁa^ÁŦ{ā..ÉŦŦ|Áq&]āāÁaaēaa&5Á}ÁēaaÁa^ÁHÉ|ÁaaÁ}ā[Á|Áa[•~^Áāq•Á
ā^Áa^}•aaÁ^@..]Éā|Áaa|[Á|Á•aaÁ|Á•Áaa&aa[ÉÜ|c^Áq|Áaaq&]āāÉā^Áq|}|{^}cÁ}Á
Ú|aaÁa^ÁŦ•aaē|aaē}Á}Á|ÁāāÉā}Áaaāc} &aaāāaaē&aa^aaÁaa^Áa^ÁŦ[•~^•Áa^ÁgHFFÉā
•Á|Á•^}cÁ}Á|[^&q•Áaaē}]}{^}aaÁ}Á|aaÁa^Á•aaē|aaē}ÉÜaaēaaēaaēaaē}Áa^Á
|[Áa^~|aaē[Áāc}ā[ÁaaÁ|Á•^}c^ÁÁq{[ÁāācÁa^Á•c^ÁāāÉā^Áa^c|}āaa[ÁaaÁ
•ā~}c^Ácāaa^•Áaa^āāÁa^}aa^Á^&aa}Áa^Áaaē|aaē}ÁāāÁa^||aaē}q•Áāāaaēaa}Á
^Á|aaēā^dāaa|Á•^} &aaÁÁg{^|Áa^Á|ā|Á•Á|aaē[Á|Á•^} &aaÁÁāāāāāāÁa^Á|aaēaaē}Éā
aaēaa|[Áāc^aaÁa^ÁaaÁ|aaēaaÉā•aa[Áa^Áq}•^|cāaaē}Áa^Á|[ÁÁaaē|Á~||ÉāÁ
āaaē•Áq{]}|{^}aaēā•Áāāaaē|Á•Áa^Áa^•aa[Á^}^|aaÁa^ÁaaēaaÁ•āāÉāŠ•Á|Á•~|aaē[Á
aa|[aaē]}Á^Áaa^~|^|cā^} &aaÁa^Á|aaēaaÁ|aaēaaēÁ•&q5Á}d^ÁÉāÁaaēaa|aaēaaē}Á•Áa^Á
fiā^Áaaēaa|aaēÉā•Áa^ÁaaÁaaēaaē}[Áaaēaa|qÉāÁHÉāÁ|aaēaafiā^Á}Á&||aaē}q•Éāq|Á
āc|{^āāÁ}ÁaaÁaaē|aaēÁ^@..}ÁÁ}•aaÉ[Á@ā|Áa^Á|Á} &aaÁ}d^Áaaē|aaēÁ|aaēaaÁa^Á
|^}•aaÁfiā^Á}Á|Á&||aaē}q•Éā}~^Áaa}d^Á•aaÁaaēÁa^Á^@..]ÁqLÉÉÉÉÉÜ|Ádāā
]aaēÉāaaēc|aaÁa^Á|aaēaaÁa^}•aa}Á|aaēaaē}Áaaēaa|aaē|[aaē|[Áa^Á|Á} &aaÁÁq}ÁaaÁa^Áaa

Ü^][•a|qÁQ•cē&q}aŦŦāaa^ÁŦ&•[ÁŦaā|qÉāWj a^!•āaaÁaaā}aa^ÁŦ~ā|Á•Á

PRÓLOGO

Esta tesis evalúa los resultados de un plan de restauración realizado en bosques de pehuén, lenga y ñire que fueron afectados por un incendio, analizando la supervivencia y el crecimiento de plantas plantadas, y la cobertura de suelos de parcelas con y sin cerramientos.

La tesis se encuentra estructurada en cinco capítulos, un apartado de anexos y la bibliografía al final del escrito.

El primer capítulo denominado Introducción, describe las principales características de la ecorregión, del área de estudio, como así también los usos comunitarios sobre el sitio y las técnicas de restauración seleccionadas para el plan. Se realizan consideraciones sobre los disturbios más comunes en bosques de la región, y algunos antecedentes de restauración. Al final de este capítulo, se detallan los objetivos de este trabajo.

En el segundo capítulo se aborda la metodología de trabajo empleada y se enumeran los materiales utilizados para las jornadas de campo y el trabajo en gabinete. En este apartado se detalla la información precedente que fue facilitada por quienes ejecutaron el Plan de Restauración en el área de estudio.

En el tercer capítulo se presentan los resultados obtenidos de supervivencia de plantas y su estado de crecimiento, así como también la cobertura del suelo para la selección de parcelas realizadas. También se detallan los resultados de regeneración natural para un sitio con parche remanente verde de bosque, con abundante presencia de plantas de lenga y pehuén.

En el cuarto capítulo se discuten los resultados obtenidos en base a las observaciones realizadas, a los informes y antecedentes bibliográficos relevantes para este análisis.

En el capítulo final se presenta una síntesis de lo investigado y las conclusiones preliminares, presentando un diagrama de resumen de factores que condicionan la instalación y crecimiento de las plantas. También se plantean los aportes para futuras acciones en el proyecto analizado y en proyectos similares en la región.



Dedico especialmente este trabajo a todas las mujeres de mi linaje
que recorrieron montes, islas, bosques y selvas
labrando el camino hasta aquí

AGRADECIMIENTOS

Este apartado lo redacto entre resultados y conclusiones sintiendo necesario detenerme un momento para reconocer a quienes formaron parte de este proceso.

En el inicio de la maestría, el laboratorio Bio Ambiental de Diseño de la Universidad de Flores me brindó el apoyo económico necesario para realizar este posgrado. Agradezco a la UFLO y especialmente, a Sebastián Miguel y Ana Faggi.

En el cierre de la cursada, agradezco a la Universidad Nacional de Quilmes que permitió la extensión en los plazos de entrega de este proyecto para su culminación.

Para el recorrido de este trabajo merecen mi total agradecimiento:

Pablo Laclau, director de esta tesis, quien me acompañó con sapiencia, guía, bibliografía, y extensas jornadas de trabajo, presenciales, virtuales, durante el verano, otoño e invierno patagónico del año 2022 y 2023. Sus valiosas sugerencias y mentoría han sido fundamentales para dar forma a este trabajo. Gracias Pablo por la instrucción académica, y los valores transmitidos a través de ella.

A Natalia Marrochi, co-directora de esta tesis que se sumó a este proyecto desafiante a la distancia, brindado su apoyo e interés en su desarrollo.

A mi compañera de equipo: Natalia Furlan, quien codo a codo se sumó a recorrer el quemado, y con quien debatimos en campo traccionando la logística y acuerdos necesarios para llevar adelante todas las actividades.

Al INTA, por permitirme culminar este proceso académico integrando mis jornadas laborales al cronograma de trabajo para este proyecto.

A Federico Letourneau, al personal de la CIP, estudiantes de la tecnicatura en RR NN, y recorredores de la comunidad, por su valiosa participación en las tareas de campo.

A Javier Sanguinetti por brindar bibliografía de referencia, y compartir su experiencia en la investigación de los bosques del pehuén en áreas del Parque Nacional Lanín.

Al guardaparque Martín Pereyra (APN-PNL) que alentó nuestro trabajo compartiendo su conocimiento sobre el bosque de la región, y nos ofreció hospedaje para las largas jornadas de trabajo.

A la Corporación Interstadual Pulmarí, por darnos el aval para realizar el proyecto y brindarnos las herramientas necesarias para concretar los objetivos del mismo.

A la Dirección de Bosques de la Provincia, que acompañó las diferentes etapas de este proyecto, y ofreció la información disponible para realizar la evaluación.

A la Fundación Williams, que fortaleció los objetivos de este proyecto, otorgándonos el financiamiento: “Fondo complementario para la investigación con impacto en el territorio argentino”.

A Margarita Ávila, por las horas invertidas en sumar información de las actividades que se realizaron al inicio del plan de restauración.

A Ricardo Luna, quien inició las gestiones necesarias para realizar parte de este proyecto.

A la comunidad Aigo que nos permitió recorrer la ladera del Cerro de los Lagos.

A mi familia, amigos, y revisores de este trabajo que se intrigararon por saber cuál era mi nueva aventura, y leyeron críticamente estos renglones.

A Daniel, que acompañó y alentó cada paso de este proyecto, y fue parte importante de este ciclo de maestría en mi vida.

A ustedes, y a mí: gracias, gracias, gracias.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	6
CAPITULO I.....	12
INTRODUCCIÓN	12
LOS BOSQUES DE PEHUÉN EN LA REGIÓN	12
RELIEVE, CLIMA Y SUELOS DE LA REGIÓN	13
LOS DISTURBIOS Y SU INFLUENCIA EN LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN DE LOS BOSQUES DE LA REGIÓN	15
ÁREA DE ESTUDIO	17
EL INCENDIO FORESTAL DEL AÑO 2014 EN EL PARAJE RUCACHOROI.....	21
EL USO COMUNITARIO EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	22
TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.....	25
PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE RUCACHOROI	28
OBJETIVOS.....	29
CAPITULO II.....	30
MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
INFORMACIÓN ANTECEDENTE PARA LA EVALUACIÓN.....	30
PREPARACIÓN DEL TRABAJO Y MEDICIONES A CAMPO.....	31
PLANILLAS Y MATERIALES UTILIZADOS EN CAMPO Y EN GABINETE.....	34
UBICACIÓN Y SUPERFICIE DE PARCELAS Y DE SITIOS DE PLANTACIÓN ABIERTA	34
LEVANTAMIENTO DE COBERTURA DE PARCELAS	34
INVENTARIO DE PLANTAS	36
ELABORACIÓN DE INFORMACIÓN	38
CAPITULO III.....	39
RESULTADOS	39
SUPERVIVENCIA DE PLANTACIONES	39
TAMAÑO DE PLANTAS	40
COBERTURA DEL SUELO.....	42
COBERTURA DE PARCELAS INDIVIDUALES	44
REGENERACIÓN NATURAL	47

CAPITULO IV	49
DISCUSIÓN	49
SUPERVIVENCIA DE PLANTAS	49
TAMAÑO DE LAS PLANTAS	52
COBERTURA DEL SUELO.....	53
Facilitación de la instalación de plantas.....	54
Calidad del suelo y condiciones climáticas	56
Regeneración natural de Nothofagus spp y pehuén	57
 CAPITULO V	 59
SÍNTESIS Y CONCLUSIONES	59
CONCLUSIÓN PERSONAL	62
 ANEXOS	 64
ANEXO I: Resumen de informes de POA´s para el Plan de Restauración	64
ANEXO II: Listado de actividades realizadas para la presente evaluación	66
ANEXO III: Planillas de campo e imágenes de prácticas realizadas.....	67
ANEXO IV: Listado de plantas informadas por la CIP	74
ANEXO V: Distanciamiento medio de plantas	75
ANEXO VI: Análisis estadístico	76
ANEXO VII: Datos de cobertura de suelo para parcelas seleccionadas	82
 BIBLIOGRAFÍA.....	 85

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 Área de distribución del pehuén	14
Fig. 1.2 Ubicación del área de estudio en la cuenca alta del río Rucachoroi	19
Fig. 1.3 Unidades de vegetación dentro del perímetro del incendio	20
Fig. 1.4 Referencias fotográficas de las asociaciones vegetales observadas en el área de estudio	21
Fig. 1.5 Tipos de vegetación afectada por el incendio	22
Fig. 1.6 Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) previa y posterior al incendio	23
Fig. 1.7 Referencias fotográficas para sitios de acopio de leña y cría de ganado	26
Fig. 1.8 Referencias fotográficas de las tareas realizadas en el inicio del Plan de Restauración	30
Fig. 2.1 Recolección de muestras de suelo superficial	32
Fig. 2.2 Mapa de ubicación de parcelas seleccionadas	34
Fig. 2.3 Esquema de ubicación de las transectas para análisis de cobertura	36
Fig. 2.4 Referencias fotográficas de las categorías consideradas para el análisis de cobertura por transectas	37
Fig. 2.5 Áreas de plantación para lengas y ñire	38
Fig. 3.1 Supervivencia media de parcelas cerradas y plantaciones abiertas	40
Fig. 3.2 Medias y error estándar de datos de diámetro, altura y diámetro ² x altura, de plantas en cerramientos	42
Fig. 3.3 Modelo de regresión lineal para las variables diámetro (cm) y altura (cm) de las plantas seleccionadas	43
Fig. 3.4 Porcentaje de cobertura para parcelas con cerramientos	44
Fig. 3.5 Porcentaje de cobertura por tipo de vegetación para parcelas con cerramientos	45
Fig. 3.6 Registro de estado de parcelas de lengas relevadas	46
Fig. 3.7 Registro de estado de parcelas de pehuenes y lengas relevadas	47
Fig. 3.8 Registro de estado de parcelas de ñires relevadas	48
Fig. 3.9 Registro fotográfico para parcela de regeneración natural	49
Fig. 4.1 Lengas plantadas con protección de cañas colihue y troncos caídos en sector de plantación abierta	50
Fig. 4.2 Registro fotográfico de árboles caídos sobre parcelas de pehuén y lenga	52
Fig. 4.3 Imágenes de cercos alambrados caídos y presencia de cardos	53
Fig. 4.4 Rebrotos de cepa de ñire en sector quemado	55
Fig. 4.5 Lengas y pehuenes plantados	56
Fig. 4.6 Gráfico de barras en el que se registran las anomalías de precipitación a nivel país en el período 2016-2020	58
Fig. 4.7 Rebrotos de cepas de ñire dentro de las parcelas	59
Fig. 5.1 Diagrama de síntesis de factores condicionantes para la supervivencia y crecimiento inicial de las plantaciones	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Detalle de casos de estudio evaluados para el recuento de supervivencia y estado de plantas presentes (alturas y diámetros) para el presente estudio	33
Tabla 3.1 Supervivencia media de plantas en parcelas cerradas y plantaciones abiertas	41
Tabla 3.2 Valores medios de diámetro, altura y diámetro ² x altura, para las parcelas con cerramientos y plantaciones abiertas	42
Tabla 3.3 Cobertura de suelo agrupada al interior y al exterior de las parcelas	45

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

LOS BOSQUES DE PEHUÉN EN LA REGIÓN

Los bosques de pehuén (*Araucaria araucana*) se encuentran de manera exclusiva en el noroeste de la Patagonia en una franja limitada entre los 37°20' y los 40°00' de latitud Sur en ambos lados de la Cordillera de los Andes (Veblen *et al*, 1995). En Argentina, se encuentran únicamente dentro del territorio de la provincia de Neuquén (Rechene, 2000).

Se distribuyen en un rango altitudinal amplio (1000-1800 msnm) y bajo condiciones climáticas variables, entre xéricas y perhúmedas, en distintas condiciones de suelo y exposiciones (Donoso Zegers, 1993; Veblen *et al*, 1995; Armesto *et al*, 1996; Roig *et al*, 2013; Sanguinetti, 2014) (Fig. 1.1).

El pehuén es una conífera siempreverde que puede crecer hasta 50 m de altura (SIB, 2023) en bosques puros o asociado con *Nothofagus* spp (SAyDS, 2007; MAyDS, 2017; Sanguinetti *et al*, 2022). En fondos de valle o en laderas de exposición norte de baja altitud, crece con ñire (*Nothofagus antarctica*) (Veblen *et al*, 1995; Franco, 2022), y con lenga (*N. pumilio*) a mayor altitud o en faldeos con exposición sur (Veblen, 1982). En proporción menor se asocia con el coihue (*N. dombeyii*) y con ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) (Veblen, 1995; Sedrez dos Reis *et al*, 2014).

Del total de los bosques que incluyen al pehuén en la provincia de Neuquén, sólo el 35 % se encuentra dentro de áreas protegidas y presenta, aun así, algún grado de deterioro (Sedrez dos Reis *et al*, 2014). En base a los datos del Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos (2INBN) (MAyDS, 2017), la superficie de los bosques de pehuén ascendería a unas 53.400 ha con el pehuén como especie dominante, tanto en forma pura como asociada (Fig. 1.1), De este total sólo unas 5.800 ha se encuentran en el Parque Nacional Lanín (PNL) bajo diferentes categorías de protección (MAyDS, 2017); pero si se considera su presencia en bosques con otras especies dominantes (de *Nothofagus* spp o de ciprés de la cordillera) el pehuén crecería en un espacio total de aproximadamente 117.000 ha (MAyDS, 2017) (Fig.1.1).

Estos bosques revisten un importante valor biológico por formar parte de las floras más antiguas del planeta, por su hábitat restringido, por albergar una variedad de endemismos (Dimitri, 1972) y por el peligro de extinción que actualmente presentan estos bosques en su zona de distribución natural (UICN, 2023). Para las comunidades indígenas mapuche y pehuenche revisten un

importante valor social y cultural; la recolección de las semillas o piñones forma parte importante de su alimentación y sustento, y sostienen una relación espiritual con el sistema boscoso (Veblen *et al*, 1995; Shepherd y Ditgen, 2005; Sedrez dos Reis *et al*, 2014; Sanguinetti, 2014).

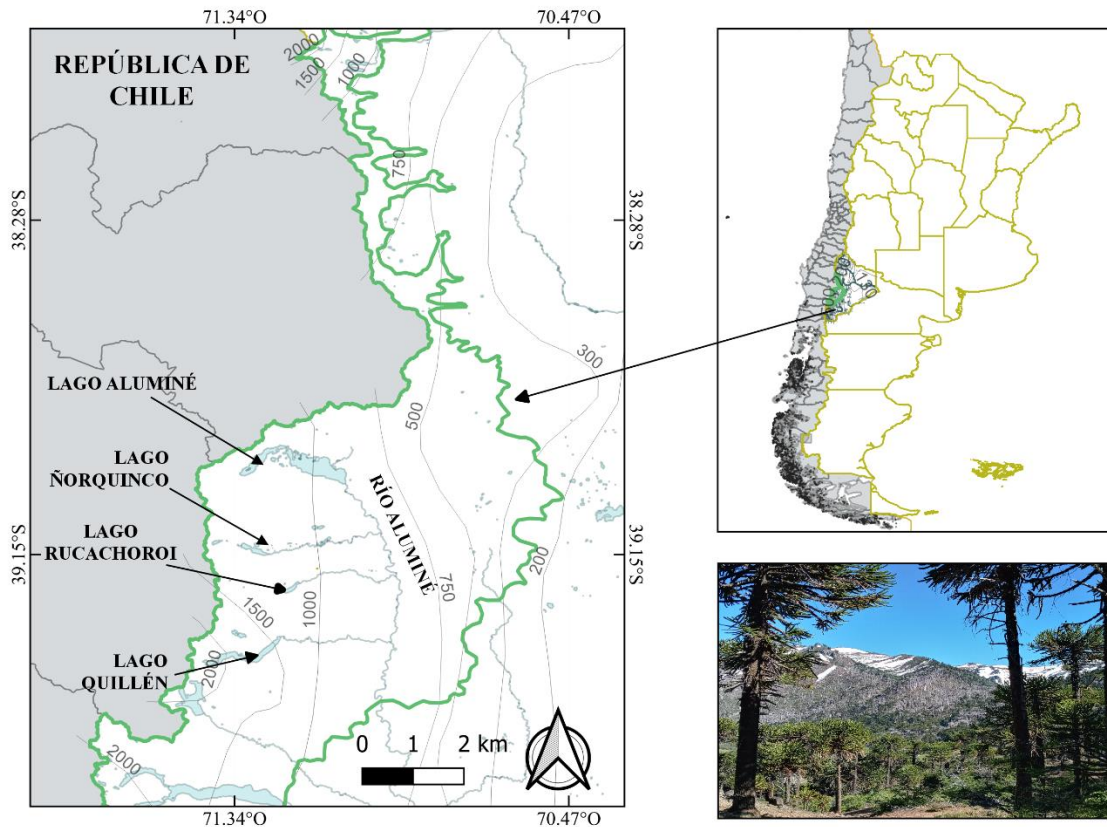


Fig. 1.1 Área de distribución del pehuén (polígono verde) en la Argentina, restringida a la provincia de Neuquén (Laclau y Furlan, mapa sin publicar basado en 2INBN). Se detallan los principales lagos y ríos (polígonos y líneas celestes), y las isohietas de precipitación anual (líneas grises).

RELIEVE, CLIMA Y SUELOS DE LA REGIÓN

En su distribución más próxima a la cordillera predominan los suelos alofánicos, desarrollados por el aporte volcánico de cenizas y pumicitas (Andosoles) (López, 1996; Ayesa *et al*, 1999; Morello *et al*, 2012; Buduba *et al*, 2020). Este material volcánico ha sido afectado por diferentes procesos pedogénicos relacionados con las precipitaciones, el congelamiento, el relieve y por su coevolución con la vegetación (Ayesa *et al*, 1999; Ferrer *et al*, 2006; La Manna *et al*, 2018; Buduba *et al*, 2020). Los suelos alofánicos se caracterizan por su alta fertilidad y capacidad de almacenamiento de agua (Dimitri, 1972; Ferrer *et al*, 2006; Rusch y Varela, 2019).

El paisaje regional ha sido remodelado sobre la estructura montañosa de los Andes, por vulcanismo antiguo y reciente, por las glaciaciones y por arrastres coluviales y aluvionales

(Ezcurra *et al*, 2014). Como resultado de estos procesos, se han configurado ríos y lagos que ocupan valles y planicies glaciarias, laderas con terrazas del mismo origen, y arroyos de régimen torrencial (Ayesa *et al*, 1999; Ferrer *et al*, 2006). En el área de expresión del pehuén se destacan de norte a sur, los lagos Aluminé, Moquehue, Pulmarí, Ñorquinco, Rucachoroi, Quillén, Tromen (Fig. 1.1), y otros lagos y lagunas menores. Los ríos y arroyos principales tienen sus nacientes en estos lagos del oeste cordillerano y drenan con rumbo este hacia el río Aluminé, que es el colector principal y constituye el límite oriental aproximado de las formaciones boscosas más o menos continuas (Ayesa *et al*, 1999). Hacia el este del río Aluminé, los bosques de pehuén se restringen a cañadones en parches aislados (Ayesa *et al*, 1999).

El clima regional es templado húmedo de montaña; presenta una marcada estación seca que se extiende desde diciembre a marzo. Los vientos húmedos del Pacífico circulan por el territorio desde el oeste descargando su humedad en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes (Ayesa *et al*, 1999; Morello *et al*, 2012; Raffaele, 2014), con los mayores registros de precipitaciones durante otoño e invierno (Rechene *et al*, 2003) (Fig. 1.1). El gradiente de precipitación es muy marcado a través de la Cordillera de los Andes, con extremos de más de 3.500 mm.año⁻¹ en el límite con Chile, hasta los 300 mm.año⁻¹ hacia el este de la precordillera (Rusch y Varela, 2019). En los sitios de precipitación mayores a 800 mm, el balance hídrico registra un exceso de agua en los meses de invierno, que contrasta con el déficit que se manifiesta a partir de noviembre durante los meses estivales (De Fina, in Dimitri 1972). Como referencia local para este estudio, se consideran los datos registrados por la estación hidrometeorológica La Ofelia, en la proximidad al lago Quillén, ubicada entre las isohietas de 1000 y 1500 mm (Fig. 1.1). Para el período 1981-1987, se registró allí un promedio de precipitaciones de 1456 mm.año⁻¹ (Hidronor, s/f).

Para el mismo período, la temperatura media anual fue de 7,4°C, con extremos de 2,4 °C (invierno) y 13,1°C (verano). Por otra parte, en la época invernal son frecuentes las nevadas; Dimitri (1972), menciona un número mínimo de 10 días al año con precipitación nival para la región. El período libre de heladas es inferior a los 90 días (Ayesa *et al*, 1999; Rusch y Varela, 2019).

La región presenta alta vulnerabilidad al cambio climático (Raffaele *et al*, 2014; Novoa, 2021; Sanguinetti *et al*, 2022). Los efectos del cambio climático en la Patagonia comenzaron a manifestarse con mayor intensidad a finales de la década de los 70, agudizándose hasta la actualidad (Rusticucci y Barrucand, 2004; Rabassa, 2010; Mundo *et al*, 2013), afectando al crecimiento y la regeneración de los bosques (Roig *et al*, 2013; Raffaele *et al*, 2014; Arana *et al*, 2016; Sanguinetti *et al*, 2022) por ocurrencia de plagas y alteración del balance hídrico, con

incremento de las tormentas eléctricas, déficits de precipitaciones, extremos térmicos y la intensidad de la sequía estival (Raffaele *et al*, 2014; Rusch y Varela, 2019). Las sequías conforman uno de los efectos adversos más importantes para la región. Entre los años 2010 y 2015 se registró la sequía de mayor extensión territorial de los últimos 100 años para la región nor-patagónica (Gipoulou, 2019; Sanguinetti *et al*, 2022). El déficit hídrico registrado en esos años fue de 20-40%, que se extendió por un período de tiempo mayor que el promedio histórico (Garreaud *et al*, 2020).

LOS DISTURBIOS Y SU INFLUENCIA EN LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN DE LOS BOSQUES DE LA REGIÓN

Los disturbios desempeñan un papel importante en los bosques templados de la Región Andino-Patagónica. Modifican el balance de nutrientes, la disponibilidad hídrica y de luz incidente en los distintos estratos de la vegetación, modelando el crecimiento y la diversidad de las especies vegetales presentes. En términos ecológicos, los disturbios son el resultado de eventos discretos que producen desorden en la estructura de un ecosistema, población o comunidad, manteniendo la heterogeneidad ecosistémica a diversas escalas temporales y espaciales (White y Pickett, 1985; Turner, 2010; Raffaele *et al*, 2014; Holl, 2023).

Frente a la ocurrencia de un disturbio, la vegetación responde mediante diversos mecanismos de adaptación post-evento que permiten su regeneración o el cambio hacia un nuevo estado (White y Pickett, 1985). Estas adaptaciones pueden incluir la capacidad de regeneración asexual (*e.g.*, raíces gemíferas en pehuén y ñire, rizomas de caña colihue (*Chusquea culeou*)); la dispersión anemófila de polen o de semillas de *Nothofagus* spp, ciprés de la cordillera y otras especies; la resistencia anatómica y mecánica a cargas de nieve (*e.g.*, pehuén); la dormancia de semillas, etc. (Raffaele *et al*, 2014; Rusch y Varela, 2019).

El ecosistema boscoso de pehuén coevolucionó con el vulcanismo, las glaciaciones, y la alternancia de períodos climáticos extremos. En la actualidad, estos disturbios se complejizan con los ocasionados por las actividades humanas. Entre los disturbios actuales más extendidos se encuentran: la *herbivoría* y *erosión del suelo* por el ganado doméstico y silvestre, los *incendios*, la *extracción de madera rolliza, leña y piñones*, la *floración de la caña colihue* y la *invasión de especies exóticas* (Dimitri, 1972; Morello *et al*, 2012; Raffaele *et al*, 2014; Sanguinetti *et al*, 2022).

La **ganadería** es uno de los disturbios actuales más frecuentes que dificulta el desarrollo de la vegetación, por la intensidad y frecuencia del ramoneo en los renovales y brotes verdes y por

el pisoteo. A su vez, el paso de los animales por sitios dónde el suelo perdió cobertura, por incendios u otro disturbio previo, promueve la erosión y el incremento de la escorrentía superficial (González *et al*, 2010; Raffaele *et al*, 2014).

Por otro lado, la **floración de caña colihue** -bambúsea rizomatosa perenne abundante en los bosques y cuyo ciclo de vida finaliza en un único evento reproductivo con una frecuencia variable de entre 40 y 60 años-, deja en el sitio una abundante producción de semillas y varas de caña secas que permanecen en pie y en el suelo varios años después (Sanguinetti y García, 2001; Raffaele *et al*, 2014; Nuñez, 2021). Este disturbio promueve, por un lado, la entrada de luz al sotobosque, con la consecuente germinación de nuevas plantas de caña y otras especies presentes en el banco de semillas, pero también acumula abundante material seco que incrementa los riesgos de incendio (Deffosé y Urretavizkaya, 2003; Kitzberger, 2003; Raffaele *et al*, 2014).

Los **incendios** son el resultado de la combinación de factores bióticos (acumulación de biomasa) y abióticos (climáticos y topográficos) (White y Pickett, 1985). La propagación del fuego depende de la combinación del bajo contenido de humedad en el suelo y los detritos con la acumulación y distribución de los combustibles, asociada a condiciones de déficit hídrico, la ocurrencia de tormentas eléctricas y de alta temperatura ambiente (Kunst *et al*, 2003). Por ello, la temporada de incendios en la región transcurre durante todo el período estival, que es la estación más seca y cálida (Dentoni y Cerne 1999; Mundo, 2011; Roig *et al*, 2013).

La acción del fuego destruye biomasa viva y muerta, pero también genera claros en el bosque, donde se reinicia la sucesión ecológica de nuevas comunidades vegetales que han desarrollado estrategias ante estos eventos (Kitzberger, 2003; Kunst *et al*, 2003; Roig *et al*, 2013).

En los ecosistemas patagónicos, el fuego es uno de los disturbios más antiguos de los cuales se tiene registro (Dimitri, 1972; Veblen *et al*, 1995; Roig *et al*, 2013), ya que, según evaluaciones arqueológicas, se remonta al cuaternario tardío (Heusser, 1994).

Los primeros asentamientos humanos utilizaban el fuego como elemento modelador del paisaje, para obtener mejores pasturas para el ganado, con fines de cacería o con otros objetivos. Con la colonización europea, las quemadas de bosques se realizaban para expandir o “limpiar” el espacio poblacional, abrir caminos, habilitar campos ganaderos o para realizar cultivos (Willis, 1914; Rothkugel, 1916; Dimitri, 1972; Donoso Zegers, 1993; Kunst *et al*, 2003; Cox, 2012; Roig *et al*, 2013; Raffaele *et al*, 2014). Por otra parte, desde fines del S. XIX, el desarrollo humano ocurrió a expensas de la reducción del bosque nativo, tanto por la **extracción de maderas** para construcción y calefacción, como por su **reemplazo** para implementar sistemas agroganaderos (Mermoz *et al*, 2005; Veblen *et al*, 2011). A partir de la creación de la

Administración de Parques Nacionales (APN) en 1934, se estableció un nuevo orden en la administración de bosques, limitándose las quemazones en áreas protegidas (Defossé y Urretavizkaya, 2003; Funes *et al*, 2006; Mundo, 2011), entre ellas, en el PNL (1937), donde crecen los principales bosques de pehuén.

En las últimas décadas, sumado a las actividades antrópicas (*e.g.* turismo, urbanización), el cambio climático ha incrementado la frecuencia e intensidad de sequías y altas temperaturas, promoviendo una mayor recurrencia de eventos de fuego locales o regionales (Donoso Zegers, 1995; Kunst *et al*, 2003; Roig *et al*, 2013; Raffaele *et al*, 2014; Sanguinetti *et al*, 2022).

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde a un sector quemado recientemente (2014), ubicado en el paraje Rucachoroi, al centro-oeste de la provincia de Neuquén, y a 25 km de la ciudad de Aluminé, cabecera del departamento homónimo. Se encuentra dentro de la ecorregión de los Bosques Andino-Patagónicos (Morello *et al*, 2012), caracterizada por la presencia montañosa de altas cumbres cercanas al límite con la República de Chile, y laderas boscosas en la región sur neuquina (Dimitri, 1972).

En este sitio, la comunidad mapuche Aigo es permissionaria de tierras para pastoreo y otras actividades, tal como se describe más adelante.

El área estudiada incluye una gran parte de la ladera de exposición sur del cordón del Cerro de los Lagos, que divide aguas entre los valles del lago Ñorquinco y Rucachoroi, y cuya escorrentía forma parte de la alta cuenca del Río Rucachoroi, tributario del Aluminé (Fig. 1.2). Corresponde a un faldeo con pendientes abruptas alternando con terrazas glaciarias, entre los 1300 y 1800 msnm, con suelos predominantes de origen volcánico. La vegetación es mayormente boscosa, alterada o reemplazada por incendios antiguos y recientes, y afectada a un intenso uso antrópico. Alternan actualmente parches quemados de bosques de pehuén, lenga y ñire con abras de praderas húmedas (mallines), o estepas y eriales que han reemplazado al bosque nativo. El incendio ha dejado también sectores de bosque intactos o parcialmente quemados.

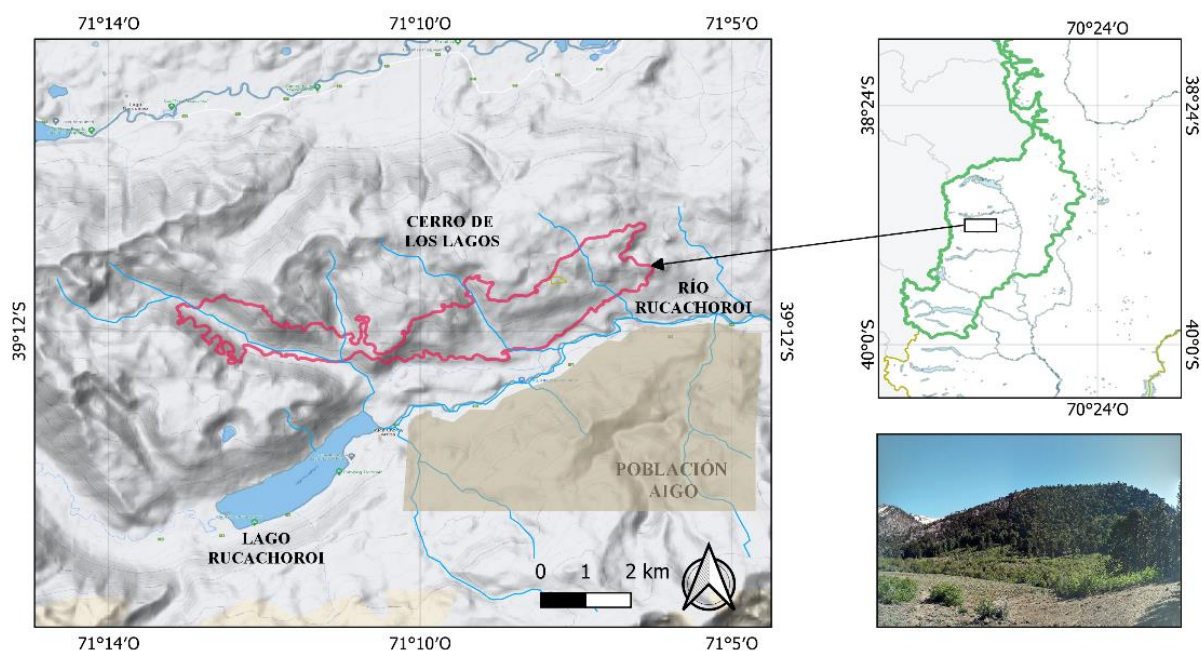


Fig. 1.2 Ubicación del área de estudio en la cuenca alta del río Rucachoroi, sobre la ladera de exposición Sur del Cerro de Los Lagos (departamento Aluminé, Provincia de Neuquén). El polígono rojo delimita el perímetro del incendio. Dentro del polígono marrón, se indica la zona de asentamientos de la comunidad aborigen local, la población Aigo.

En referencias bibliográficas se informa el estado previo de los sitios afectados por el incendio (Funes *et al*, 2016; Szymański, 2012) y las unidades de vegetación. Para esta zona se han descrito las siguientes asociaciones vegetales dispuestas en parches o masas continuas, que han sido afectadas en mayor o menor grado por el fuego: *bosque mixto de pehuén y lenga*, *bosque mixto de pehuén y ñire*, *bosque puro de pehuén*, *bosque de ñire abierto*, *bosque de lenga achaparrada*, *estepas húmedas y xéricas*, y *eriales*. Completan la cobertura del suelo algunos *afloramientos rocosos* y *cauces de arroyos, sendas y caminos*. (Fig. 1.3).

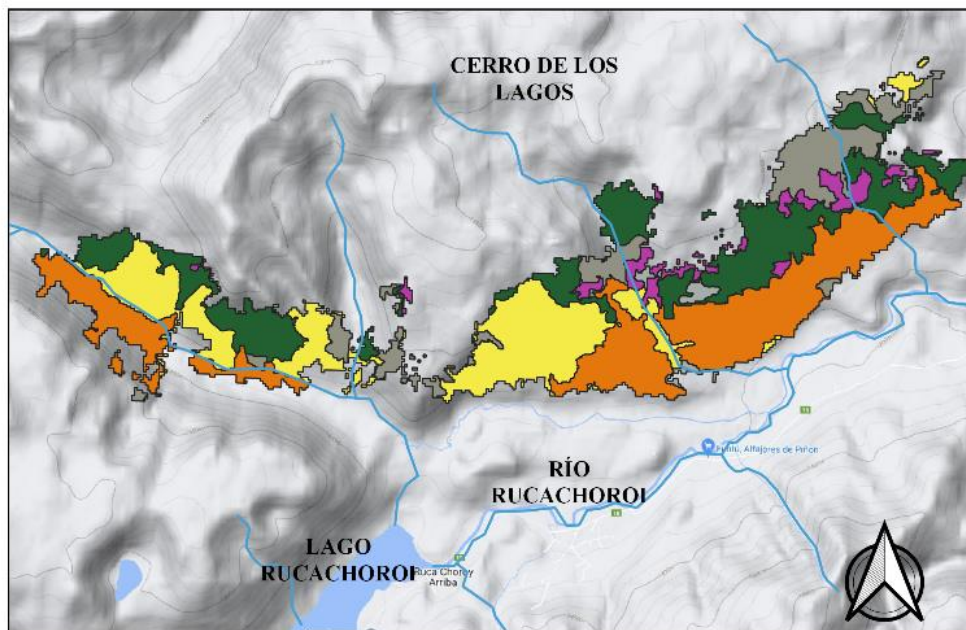


Fig. 1.3 Unidades de vegetación dentro del perímetro del incendio (Fuente: DGBN, 2014). Las unidades afectadas por el incendio comprenden bosques de lenga-pehuén (amarillo), pehuén puro (gris oscuro), lenga alta o achaparrada (verde oscuro), bosques y matorrales de ñire (naranja) y estepas herbáceas o arbustivas (violeta).

El *bosque de lenga* y de *lenga/pehuén* es un bosque alto con predominio de lenga (Fig. 1.3), que en algunos sitios con altas pendientes presentaba formaciones sobremaduras con presencia aislada de pehuenes. En las zonas de bosque mixto, el estrato arbustivo original se presentaba denso y compuesto por caña colihue, chaura (*Gaultheria mucronata*), y michay o calafate (*Berberis* spp) (DGBN, 2014). Estos sitios se encontraban bajo un intenso uso de ganadería por ser campos de pastoreo estival (veranadas) de los crianceros de la comunidad. En los lugares con presencia de pehuén se recolectan piñones anualmente; en estos bosques y en los de ñire se extrae habitualmente leña para la comunidad. Se destacaba, previo al incendio, la presencia de abundantes sendas de ganado (Szymański, 2012).

El *bosque de lenga achaparrada* se encuentra en una franja de unos 20 a 100 m de ancho con un estrato arbóreo no mayor a 4 m de altura (DGBN, 2014) en el límite de altitud del bosque (timberline), y marca el límite hasta donde alcanzó el incendio. Este sector presentaba, previo al incendio, una carga ganadera parcial, dada su baja accesibilidad (Szymański, 2012).

El *bosque de ñire* se presenta en la terraza baja y el pie de monte de la ladera quemada (Fig. 1.3), en zonas dónde había ocurrido un incendio 60 años atrás (DGBN, 2014). Previo al incendio del año 2014, se presentaban ejemplares de ñire de unos 8 a 10 m de altura, con inclusiones de pehuén en pequeños bosquetes, bajo alta carga ganadera (Szymański, 2012; DGBN, 2014). Por su accesibilidad y aptitud leñera son continuamente intervenidos por la

población de Rucachoroi, y sostiene ganado yeguarizo en forma permanente, es decir, sin descanso estacional. Actualmente, se observan algunos bosquetes y remanentes individuales de pehuén que no fueron alcanzados por el incendio, o resistieron al mismo.

En los sectores más altos del faldeo hay *pastizales de altura* y otras formaciones herbáceas y arbustivas de reemplazo de bosques quemados antiguamente que no regeneraron (DGBN, 2014). Hay zonas con suelo desnudo y presencia de diversas gramíneas esteparias, arbustos como calafate, *Senecio* spp, paramela (*Adesmia boronioides*), y caña colihue dispersa. Estos pastizales, previo al incendio, presentaban alta carga ganadera (Szymański, 2012), y en algunos sectores, se han reducido a eriales con presencia casi exclusiva de vinagrillo (*Rumex acetosella*) (Fig. 1.4).

En la baja ladera también desarrollan *estepas herbáceas*. Ocupan sectores dónde la actividad ganadera previa y post-incendio es alta, lo mismo que el tránsito de personas y la extracción de leña; la cobertura es arbustiva o arbustivo-graminosa, con coirón amargo (*Stipa* spp), abrojo (*Acaena splendens*) o vinagrillo (Szymański, 2012).

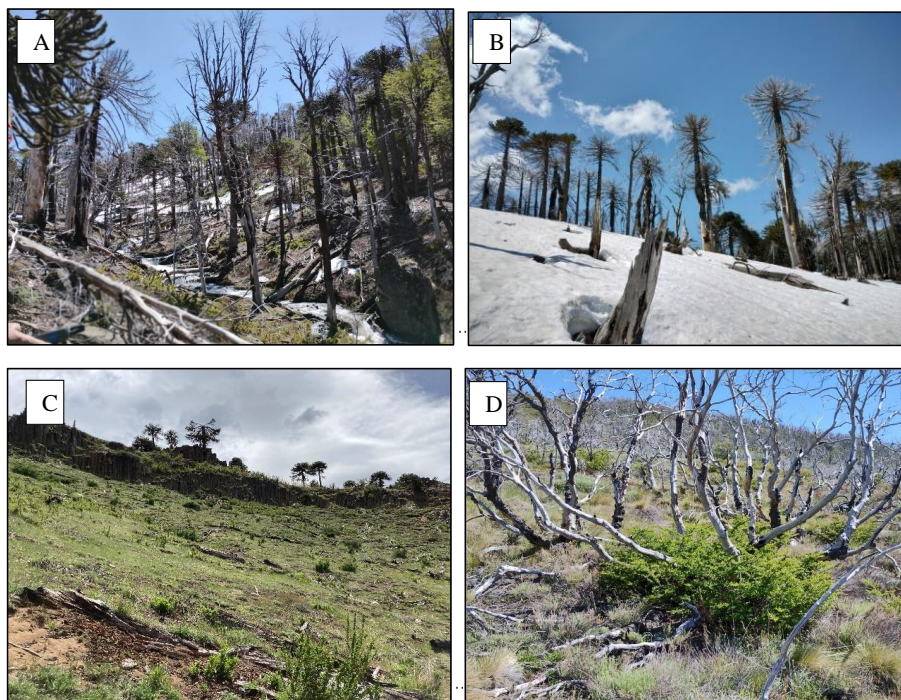


Fig. 1.4 Referencias fotográficas de las asociaciones vegetales observadas en el área de estudio durante las recorridas: (A) bosque de pehuén y lenga; (B) bosque de pehuén; (C) estepa herbácea en ladera alta del Cerro de los Lagos; (D) bosque de ñire con rebrote vegetativo post-fuego. Fotos: L. B. Vorraber y N. Furlan.

EL INCENDIO FORESTAL DEL AÑO 2014 EN EL PARAJE RUCACHOROI

El incendio del sector se desató el día 29 de diciembre del año 2013 y finalizó 22 días después, el 20 de enero de 2014 (Diario Rio Negro, 20/01/2014; Diario El Cordillerano, 22/01/2014; Franco, 2022). En las evaluaciones finales del alcance del fuego -cuya severidad e intensidad fue variable a lo largo de la ladera montañosa- se informa que el incendio abarcó un total de 1307 ha (Mohr Bell, 2015).

El déficit hídrico estacional potenciado por un período de sequías extraordinarias (Gipoulou, 2019; Garreaud *et al.*, 2020), la presencia de abundante caña colihue seca (DGBN, 2014) y la intensidad de los vientos del oeste, determinaron su rápida propagación con importantes pérdidas de bosques de pehuén, lenga y ñire.

El tipo forestal más afectado fue el bosque mixto de lenga y pehuén. En la siguiente figura (Fig. 1.5) se indican la superficie y proporción de tipos de vegetación afectados (DGBN, 2014).

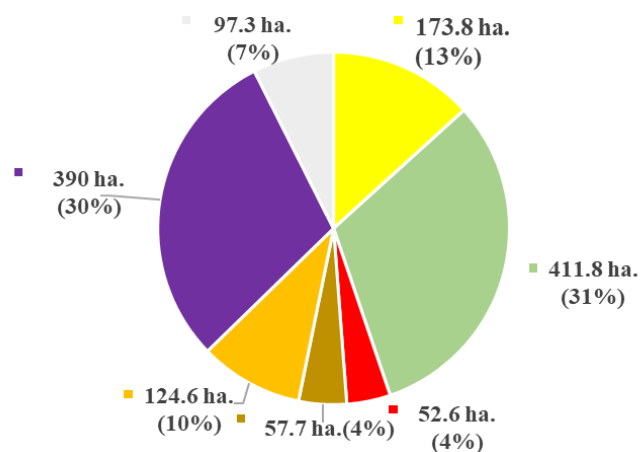


Fig. 1.5 Tipos de vegetación afectada por el incendio en la ladera sur del Cerro de los Lagos (ha), en Rucachoroi; bosques de pehuén y lenga (verde), ñire (violeta), pehuén (amarillo), lenga alta (naranja), pehuén y ñire (rojo), lenga achaparrada (marrón), y estepa herbácea (gris). Fuente: DGBN, 2014.

El sector incendiado se encuentra dentro de dos jurisdicciones: de la provincia de Neuquén, y en menor proporción, del PNL. Este sitio es utilizado para actividades ganaderas por unas 25 familias de la comunidad Aigo, y extensivamente por todas ellas (unas 250 familias) para la recolección de leña y de piñones (DGBN, 2014).

Según datos del Plan de Restauración Ambiental y Monitoreo en el Área del Incendio de Rucachoroi (en adelante, Plan de Restauración) (DGBN, 2014), la superficie afectada fue de 2017 ha, aunque posiblemente esta discrepancia con el informe de Mohr Bell (2015) corresponda a la inclusión de bordes quemados en incendios más antiguos. En cuanto a las

categorías de conservación de la Ley de Bosques N°26.331¹(en adelante, Ley de Bosques), el 60,8% (1227 ha) correspondió a bosques con categoría de conservación I (Rojo; alto valor), y el 39,1% (790 ha) a bosques con categoría de conservación II (Amarillo; mediano valor) (DGBN, 2014). La pérdida de cobertura vegetal (Fig. 1.6), incrementó la presencia de cárcavas y suelos erosionados luego del incendio; en la actualidad se observan nuevos cauces y zanjas lineares, producto de la combinación de suelo denudado con la presencia de ganado y sendas de extracción de leña.

Dada la magnitud del incendio y el impacto en las áreas de uso de la comunidad Aigo, la zona fue declarada en Estado de Emergencia por las autoridades provinciales (Decreto Provincial N°047/14). Sumado a ello, el alto valor ecológico de los bosques perdidos, que incluían algunos de los parches o masas continuas de pehuén más importantes del área, contribuyeron a la decisión de comenzar con actividades de restauración activa (González *et al*, 2010).

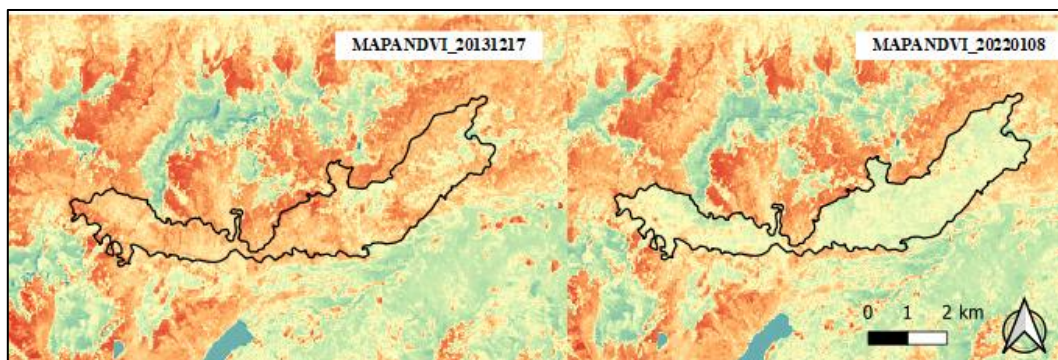


Fig. 1.6 Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) previa y posterior al incendio (17-12-2023 y 08-01-2020) de la ladera sur del Cerro de Los Lagos, en Rucachoroi. El NDVI indica mediante colores la biomasa fotosintéticamente activa; previo al incendio se observa una coloración más rojiza que destaca las formaciones boscosas; posteriormente la coloración amarillo-verde señala la pérdida de vegetación. La línea perimetral (en color negro) delimita el alcance del incendio ocurrido en el año 2014 (elaborado por S. Font, y L. B. Vorraber, modificado de Franco, 2022; Franco *et al*, 2022).

EL USO COMUNITARIO EN EL ÁREA DE ESTUDIO

El paraje Rucachoroi es asiento de la comunidad mapuche Aigo, cuya propiedad o posesión comunitaria se encuentra en lotes propios en la jurisdicción provincial y en tierras del PNL. En el sector quemado, la comunidad es permissionaria de tierras de pastoreo pertenecientes a Corporación Interestadual Pulmarí (CIP). Gran parte de las tierras de este ente de desarrollo,

¹Ley Nacional N°26.331: Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos.

que abarca una proporción importante del departamento Aluminé, son utilizadas por las comunidades indígenas y poblaciones criollas para actividades ganaderas.

En conjunto y previo al incendio, la extracción de leña y ganadería constituían los disturbios más importantes para el sector (Szymański, 2012; Laclau y Furlan, 2022), promoviendo una degradación sostenida con pérdida de cobertura del suelo. Este deterioro se agudizó con el incendio de 2014, ya que la presión sobre el bosque, aún quemado, se mantuvo sobre las especies rebrotantes y sobre los piñones (Roig *et al*, 2013).

Para la comunidad y para el pueblo Mapuche en general, los bosques de la región poseen un alto valor cultural, social y económico (Szymański, 2012; Sanguinetti, 2014; Sanguinetti *et al*, 2022). Habitar en ellos forma parte integral de un sistema cultural, simbólico y material (Sanguinetti *et al*, 2022). El pehuén es un elemento sustancial de su sistema alimentario basado en los piñones (semillas de pehuén), aunque también utilizan su corteza, ramas y otros recursos del bosque (Veblen *et al*, 1995; Shepherd y Ditgen, 2005; Sanguinetti, 2014; Sedrez dos Reis *et al*, 2014). Además de la recolección de frutos, y del uso extensivo de los bosques para ganadería, la extracción de leña provee la casi única fuente de cocción de alimentos y calefacción hogareña (CIP, 2023). Son, por lo tanto, un sustento fundamental para su desarrollo y supervivencia.

La relación cultural y material y su interdependencia con el ecosistema le da sentido de vida al pueblo Mapuche-Pehuenche (*“gente que vive en los bosques de pewen”*) (Sedrez dos Reis *et al*, 2014).

Respecto de las tierras utilizadas por la comunidad en el sector quemado, estas conforman parte de la CIP. Previo a la integración de la Patagonia al territorio nacional a fines del S. XIX, fueron habitadas por los asentamientos mapuche de Reuquecurá y Purrán (Papazian, 2021). Hacia 1881 sus tierras fueron incorporadas al patrimonio nacional argentino, y en 1905 se fundó la *Compañía Estancia Pulmarí Limitada*, de la familia anglo-argentina Miles (Papazian, 2021). En el período 1947-1953, la estancia fue expropiada por el Poder Ejecutivo Nacional, otorgándose la posesión a la APN (Stecher, 2012). Luego pasó a ser patrimonio del Ejército Nacional, y destinada a la cría de mulas. En 1988, durante el gobierno del Dr. Raúl Alfonsín, se sancionó la ley nacional N°23.612 de creación de la CIP, ente de desarrollo de orden público bajo la administración conjunta de los estados nacional y provincial (Papazian, 2021) con representación de las comunidades indígenas locales y la Municipalidad de Aluminé. Esta instancia fue reafirmada por ley provincial N°1758.

Tras 34 años de la creación de la CIP, se observa que en todo el territorio se intensificó la degradación ambiental, tanto por la intensificación del uso ganadero (Stecher, 2012) como por incendios.

Parte de este uso se extiende también a las áreas quemadas dentro del PNL, más allá de la CIP. La Comunidad Aigo, que habita principalmente en el valle del lago y del río Rucachoroi, está integrada por 250 familias (DGBN, 2014) cuyos recursos económicos se basan fuertemente en el aprovechamiento de los bosques. Además de las actividades ya mencionadas de recolección y pastoreo, las familias complementan sus ingresos con emprendimientos vinculados al turismo (campings, cabalgatas, proveedurías), con la elaboración de artesanías, y con la percepción de salarios y pensiones del trabajo en reparticiones públicas o en trabajos temporarios en construcción, estancias u otras fuentes de empleo extra-predial (Papazian, 2021; DGBN, 2014). En cuanto a la actividad ganadera, esta se caracteriza por ser extensiva y de tipo trashumante, con desplazamiento estival del ganado desde el valle y otros campos al este del paraje, hacia tierras altas de veranada en bosques y pastizales. Se estima que la carga ganadera de cada familia está compuesta en la mayoría de los casos por bovinos (de 20 a 40 cabezas), ovinos y caprinos (de 100 a 200 cabezas), y equinos (de 2 a 5 cabezas) (DGBN, 2014).

Tradicionalmente, las áreas de pastoreo se corresponden con sitios de pastizales húmedos (mallines y praderas), en bosques de ñire abiertos en laderas bajas, y en bosques de lenga y pehuén (Fig. 1.7). El uso de madera como combustible es fundamental para una comunidad carente de otros medios para calefacción y cocción de alimentos, en un paraje extremadamente frío y nevador en invierno (Fig. 1.7). La extracción de leña anual de cada familia es de aproximadamente 40 m³ de madera nativa (lenga, ñire, y ramas de pehuén), a los que se suman por familia 10 m³ de leña de pino provista por el “Plan Calor” provincial (DGBN, 2014).



Fig. 1.7 Referencias fotográficas a sitios de acopio de leña y cría de ganado. Las zonas bajas son los sitios seleccionados para depositar el material leñoso extraído de las laderas durante la época de recolección. En las laderas bajas también se observan sitios de cría de ganado. Fotos: L. B. Vorraber.

Esta demanda anual constante incide en el deterioro de los bosques, tanto por la corta de árboles y ramas, como por la consecuente apertura de caminos, sendas y picadas para trasladar la leña. Szymański (2012), señala que la leña que llega a través del Plan Calor, es de mala calidad y con alto contenido de humedad, hecho que incide en la necesidad de recolectar mayor leña local para abastecer las necesidades de las familias pobladoras durante todo el año.

Por otra parte, los piñones no solamente constituyen una importante fuente alimenticia para las familias locales, sino también son fuente de forrajeo de animales domésticos y silvestres.

TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

La restauración ecológica es una disciplina que empieza a formalizarse en la década de los años 1980, promoviendo diversas técnicas para la recuperación ecosistémica (UNEP, 2021). Es el proceso de asistir al restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, destruido o dañado (SER, 2004). En general, comprende un conjunto de actividades que inician o aceleran la recuperación de un ecosistema degradado, considerando la composición y estructura de la comunidad y su resiliencia ante los disturbios (Raffaele *et al*, 2014; UNEP, 2021). Se emplean diversas técnicas, las cuales están relacionadas con las condiciones sociales, ambientales, económicas del lugar y las consecuencias generadas por los disturbios.

Entre éstas, existen diversos tipos de prácticas que tienen como objetivo recuperar áreas boscosas degradadas por incendios, con métodos de *restauración pasiva* o *activa* (Raffaele *et al*, 2014; Zuleta *et al*, 2015, de Paz *et al*, 2019; Holl, 2023).

La *restauración pasiva* consiste en continuar el proceso de sucesión natural de los ecosistemas (Vargas, 2007). La misma resulta viable cuando los ecosistemas pueden regenerarse a partir de los legados biológicos post-disturbio. Los legados post-incendio representan a la biodiversidad, viva o muerta, y a las estructuras físicas y químicas retenidas luego del disturbio que permiten sobrevivir a otras especies, sirven de refugio, y facilitan el recomienzo de la biocenosis (González y Veblen, 2007).

Un ejemplo de este tipo de intervención sería la supresión de las actividades extractivas en el paraje Rucachoroi, en sitios donde el fuego ocurrió con severidad media a baja, y la exclusión del ganado por un período de tiempo suficiente para facilitar la regeneración natural. La exclusión de actividades extractivas en el paraje no fue posible por la falta de acuerdos comunitarios post-fuego.

En otro extremo, cuando las condiciones estructurales no permiten la consecución de la dinámica natural del ecosistema, o su regeneración es muy lenta, será necesario implementar medidas de *restauración activa*. En principio se trata de asistir al ecosistema dañado para que -mediante diversas herramientas- se desarrollen procesos de recuperación de su dinámica natural. En algunas situaciones se debe invertir en importantes aportes de materiales y energía, bajo la forma de cerramientos, reforestación, manejo del suelo, corrección de torrentes, etc.- (Holl, 2023).

La importancia de los proyectos de restauración no sólo radica en las técnicas empleadas (Laclau *et al*, 2023), sino en el esfuerzo por articular e incluir a los diferentes actores que resultan afectados por la pérdida de los servicios ecosistémicos que los bosques brindan al conjunto. El bienestar humano es un componente crítico en los objetivos de los proyectos de restauración ecológica (Holl, 2023).

Existen algunos antecedentes sobre experiencias recientes de restauración post-fuego en bosques de la Argentina (de Paz *et al*, 2019). Estos datos brindan información general respecto de procedimientos y resultados esperados de diversas técnicas empleadas. No obstante, en el país no se han revisado suficientemente las técnicas que resultan más adecuadas para la restauración de bosques (de Paz *et al*, 2019), debido en parte a la escala temporal en la que se espera evaluar los resultados de los trabajos. Los Bosques Andino-Patagónicos se encuentran dentro de las ecorregiones con más proyectos realizados y en ejecución (Rovere, 2015; de Paz *et al*, 2019; Rovere, 2023). En años recientes, se destacan, entre otras experiencias, las realizadas en el Cerro Otto (Bariloche, Río Negro) (Pastorino *et al*, 2018), Cholila (Chubut) (Kitzberger *et al*, 2016; Gianolini, 2022), San Martín de los Andes (Neuquén) (Guzmán, 2022) y Quillén (Neuquén) (GPN, 2021).

La revegetación con plantas nativas y las clausuras o cerramientos para exclusión ganadera fueron las técnicas más empleadas post-fuego en los Bosques Andino-Patagónicos (de Paz *et al*, 2019). También se han realizado algunas experiencias de siembras aéreas de semillas de pehuén sobre sitios quemados en cercanías del lago Moquehue (Yacubson, 1967; Sanguinetti J., com. pers.) con éxito parcial. Por el carácter incipiente de la mayor parte de estos emprendimientos, los resultados observados aún no son concluyentes ni ofrecen pautas claras acerca de la selección de los sitios, la calidad del suelo disponible, y la respuesta de las plantas post-plantación (Rovere, 2023). Por otro lado, las posibilidades de contribuir a la restauración de varios miles de ha son limitadas a la disponibilidad de fondos públicos, al involucramiento social sostenido y la continuidad de acciones de las instituciones. De acuerdo con los antecedentes, los mayores esfuerzos se han volcado a la plantación de forestales, cuyo ciclo de vida es muy largo, del orden de decenas de años o de siglos, con lo cual en la actualidad sólo es posible apreciar el prendimiento y crecimiento inicial de las especies plantadas.

En la revisión mencionada (de Paz *et al*, 2019), se analizó la supervivencia de las plantas utilizadas para la revegetación post-incendio. En este contexto, de 137 proyectos evaluados, se contabilizó que el 65% correspondía a experiencias realizadas en los Bosques Andino-Patagónico. Del total de los contabilizados para la patagonia, sólo el 43,1% fue monitoreado en un plazo mayor a 3 años, dato que indica la dificultad de evaluar en los tiempos sucesionales necesarios de proyectos de restauración ecosistémica. Por otra parte, la mayor parte de los proyectos analizados (83%) fueron financiados con fondos estatales (de Paz *et al*, 2019).

En revisiones de experiencias regionales, como en Cholila, provincia de Chubut (Gianolini, 2022), se pudo observar que la integración social se realizó a través de una mesa interinstitucional establecida por el programa de manejo aplicado. En este sitio se realizó una restauración activa en varios puntos del sitio quemado. Allí se cosecharon semillas de especies arbóreas nativas, que fueron sembradas en viveros locales, para luego reimplantarse en los sitios más degradados post-incendio. En estos sitios, se monitorea el desarrollo de las plantaciones desde el año 2016.

El proyecto de restauración realizado en el sitio quemado ubicado en el Cerro Otto (Bariloche, Río Negro) también contempló el involucramiento de la población local, y diversos actores institucionales que colaboraron en las actividades (Pastorino *et al*, 2018). Los esfuerzos se centraron en la cosecha de semillas arbóreas locales, su propagación en vivero, y la revegetación de los bosques, priorizando la cobertura de zonas de alto riesgo de erosión.

En Quillén (el incendio fue reciente, ocurrido entre diciembre 2021 y enero 2022), se definieron zonas de restauración pasiva, sitios de recolección de semillas, y de los espacios donde se inició la revegetación.

En San Martín de los Andes (Neuquén), en febrero de 2021 se desarrolló un incendio sobre la ladera del cerro Comandante Díaz, junto al casco urbano. Se quemaron bosques de ciprés de la cordillera, con pérdida de una vivienda, y con alto riesgo para el área urbana. En este caso se plantaron cipreses nuevamente, con amplia participación de actores locales. No hay resultados publicados del prendimiento de la plantación hasta el momento.

En todos los casos, los factores comunes de estas experiencias han sido: la revegetación con árboles nativos inmediatamente después de los disturbios, la conducción e iniciativa de instituciones del Estado, con participación social, y la intención de un monitoreo a largo plazo.

PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE RUCACHOROI

Como se mencionó, uno de los instrumentos de la Ley de Bosques es la asistencia financiera para proyectos de conservación, de manejo y restauración. La provincia de Neuquén adoptó esta ley mediante la Ley Provincial N°2.780. En este marco, la CIP presentó un proyecto para implementar un Plan de Restauración en el sitio quemado, con asistencia técnica de la Dirección de Bosques Nativos. Los fondos se asignaron a 4 cuatro Planes Operativos Anuales (POA's) sucesivos, ejecutados desde el año 2016, con el último en curso al momento de este informe. Las principales tareas de restauración (DBGN, 2014) realizadas para este proyecto fueron: la instalación de terrazas de contención con troncos en un pequeño sector quemado; de parcelas alambradas de plantación experimental de lengas, ñires y pehuén sobre parches quemados de las mismas especies; el cerramiento perimetral del área quemada; el establecimiento de plantaciones abiertas de lenga y ñire (sin alambrado); el enriquecimiento con arbustos y pastos; la sectorización de la extracción de leña de árboles muertos y el mejoramiento o apertura de caminos (Fig. 1.8). Las actividades en el terreno fueron coordinadas por técnicos provinciales y de la CIP, y ejecutadas por la comunidad indígena local con el apoyo de planes de trabajo y esfuerzo voluntario, involucrando a las escuelas del paraje con diversas acciones de educación ambiental (Fig. 1.8).

En el año 2022, se solicitó a la Agencia de Extensión Rural de San Martín de los Andes del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la evaluación de los resultados obtenidos -parte de los cuales se presentan en este estudio- y una propuesta de un plan de monitoreo integral.



Fig. 1.8 Referencias fotográficas de las tareas realizadas en el inicio del Plan de Restauración (año 2016). Las imágenes A y B refieren a las tareas de construcción de zanjas perimetrales, instalación de mallas Sima y postes para las parcelas con cerramientos; la imagen C corresponde a la actividad de traslado de materiales con tractores en ladera baja; y la imagen D, corresponde a la apertura de caminos para el traslado de materiales. Fotos: M. Ávila.

OBJETIVOS

Se establecen como objetivos de estudio para la presente evaluación:

Objetivo general:

- Á Contribuir al conocimiento de la restauración de bosques nativos de pehuén y *Nothofagus spp* en la región.

Objetivos específicos:

- Á Evaluar la supervivencia y el crecimiento inicial de las plantaciones realizadas, considerando que los impactos sufridos por los disturbios antropogénicos continuaron post-incendio, frente a diversas situaciones de cerramiento en el sitio.
- Á Caracterizar la regeneración post-incendio de la cobertura vegetal natural, en los cerramientos y en sitios adyacentes.



CAPITULO II

MATERIALES y MÉTODOS

INFORMACIÓN ANTECEDENTE PARA LA EVALUACIÓN

Se revisó la información brindada por la CIP y la DGBN, consistente en el Plan de Restauración del incendio de Rucachoroi (DGBN, 2014), los respectivos Planes Operativos Anuales (POA´s 1, 2 y 3 desde los años 2016 a 2019) (ANEXO I), las minutas de reuniones, los remitos de plantas, los informes de avance y mapas temáticos digitalizados. Se consultó a personal de los viveros de las comunidades Puel y Rucachoroi -proveedores de plantines para este proyecto de restauración-, respecto de la cantidad y tipo de las plantas empleadas. Las imágenes y los mapas elaborados se incorporaron a la base de datos inicial de la presente evaluación, como soporte para nuevos relevamientos y actualización cartográfica.

Se revisó también la bibliografía disponible sobre ecología de los bosques de pehuén y las experiencias realizadas sobre restauración e incendios de la región. Además, se analizó la cartografía del 2º Inventario Nacional de Bosques Nativos (2INBN) (MAyDS, 2017) que describe las principales formaciones boscosas presentes antes del incendio (Fig. 1.3). Sobre otras experiencias de restauración de bosques en áreas de la APN, se consultó al Dr. Javier Sanguinetti (PNL de la APN), experto en la ecología del pehuén.

Previo al inicio de las tareas de campo se realizaron reuniones con los pobladores de la comunidad indígena Aigo, (algunos de ellos, usuarios del sector quemado), y técnicos de la CIP. Estos actores informaron sobre el estado de situación del Plan de Restauración, y contribuyeron a informar sobre los distintos sectores de la ladera incendiada y su uso actual. En estas reuniones participaron dirigentes de la comunidad, operarios del vivero de Rucachoroi -de producción de plantas nativas instalado por la APN en la comunidad-, recorredores de la comunidad (que colaboran en la vigilancia y prevención de incendios), autoridades de la CIP, y la delegada local de la DGBN (Técnica Forestal Margarita Ávila). También participaron en encuentros y salidas a campo, jóvenes estudiantes de la comunidad de una tecnicatura terciaria en RR NN, y técnicos del INTA, entre quienes se cuenta quién realiza esta tesis de maestría. Todas las reuniones y contactos personales se organizaron en el marco de un Convenio de Cooperación Técnica entre la CIP e INTA, suscripto en el año 2022.

PREPARACIÓN DEL TRABAJO Y MEDICIONES A CAMPO

En función de los objetivos propuestos por el Plan de Restauración (DGBN, 2014) y para la evaluación objeto de este estudio se determinaron las siguientes variables a medir; (i) ubicación y planimetría de las parcelas de restauración, (ii) presencia y número de árboles plantados por especie y sitio de plantación (cerramientos, plantación abierta), (iii) tamaño actual de las plantas (altura y diámetro en la base), (iv) estado de conservación de los cercos, (v) cobertura del suelo, y (vii) datos complementarios indicadores del estado general de cada sitio (uso ganadero, rebrotes de ñire, materia orgánica²) (Fig. 2.1)



Fig. 2.1 Recolección de muestras de suelo superficial (hasta 10 cm de profundidad) en ladera del Cerro de Los Lagos, para caracterización del estado general de distintos sitios. Foto: L. B. Vorraber.

Las tareas preparatorias del trabajo de campo comprendieron (además de la revisión del material antecedente), la preparación de planillas y la puesta a punto del instrumental utilizado para geoposicionamiento y medición de parcelas de clausura y sitios abiertos plantados. Se diseñó un cronograma de salidas periódicas del grupo de trabajo de INTA con frecuencia aproximadamente semanal, (2 a 4 técnicos cada vez) con acompañamiento eventual de pobladores o de agentes de la CIP. Las mismas se iniciaron en octubre de 2022, momento en que el derretimiento de la nieve en las laderas permitió realizar observaciones en el lugar, y finalizaron en mayo de 2023, con el inicio de nuevas nevadas. En el ANEXO II se indica el

² Como parte de estos estudios complementarios se levantaron muestras de suelos para análisis físico-químicos en sitios quemados y en parches verdes intactos. Los datos de suelos que se comentan en el capítulo de Discusión corresponden a un trabajo de tesis doctoral de N. Furlan, integrante de este grupo de trabajo.

cronograma y las actividades realizadas por el grupo de trabajo en cada caso, incluyendo el esfuerzo en horas y en colaboradores, para los estudios relativos a esta tesis.

En las recorridas se ubicaron y seleccionaron al azar, 3 cerramientos (parcelas de restauración) de los 10 instalados en el sector de bosque ñire quemado (NI); 3 (de 11 cerramientos) en el sector de bosque de lenga quemado (LE), y otros 3 (de 8 cerramientos) en el sector de bosques mixtos de lenga y pehuén quemados (AU+LE) (Fig. 2.2). Es decir, una muestra de 9 cerramientos sobre un total de 29 parcelas de restauración, donde entre los años 2016 y 2019 se habían plantado las mismas especies de cada tipo de bosque afectado. Sobre estas parcelas se evaluó la cobertura, número y tamaño de plantas (ñire, lenga, o pehuén) presentes. Adicionalmente se realizó un conteo de plantas supervivientes en una parcela más de lenga y en 5 parcelas más de ñire. En las parcelas de lenga y pehuén solamente se contó con los datos de supervivencia de las (tres) parcelas antes mencionadas. También se evaluaron -con recorridas basadas en los mapas del Plan de Restauración-, los dos sitios de plantación abierta: de lenga (LE_A) y de ñire (NI_A); en estos casos mediante el barrido de franjas de observación por transectas en parcelas abiertas para en cada sector. En síntesis, los casos estudiados han sido plantaciones en cerramientos, plantaciones abiertas, y un sitio con regeneración natural, según el detalle de la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Número de casos de estudio evaluados para el recuento de supervivencia y estado de plantas presentes (alturas y diámetros) para el presente estudio

PLANTACIÓN EN PARCELAS	CÓDIGO	SUPERV.	DIÁMETRO Y ALTURA
Parcelas con ñire	NI	8	8
Parcelas con lenga	LE	3	4
Parcelas con lenga y pehuén	LE+AU	3	3*
PLANTACIONES ABIERTAS			
Lenga	LE_A	8**	3
Ñire	NI_A	4**	0
PARCELAS DE REG. NATURAL			
Lenga y pehuén	LE+AU_RN	1	1*

* en pehuén no se midió diámetro

** en plantaciones abiertas se realizaron transectas

Para el análisis de supervivencia **total** de las plantaciones se realizó una estimación (por extrapolación a las parcelas de cerramiento no evaluadas) en base a los resultados obtenidos de la selección de parcelas ya mencionada.

Por otro lado, en un sector dónde se encontró abundante regeneración natural de plantas de lenga y pehuén (AU+LE_RN), se realizó una parcela de 30 x 30 m a título de referencia del

potencial de recuperación natural de parches verdes intactos con buena dotación de semilleros y baja presión ganadera. En esta parcela, se contabilizó la presencia de plántulas de ambas especies, y se midió el tamaño de plantas de una muestra de 6 pl de lenga y de 6 pl de pehuén (Fig. 2.2).

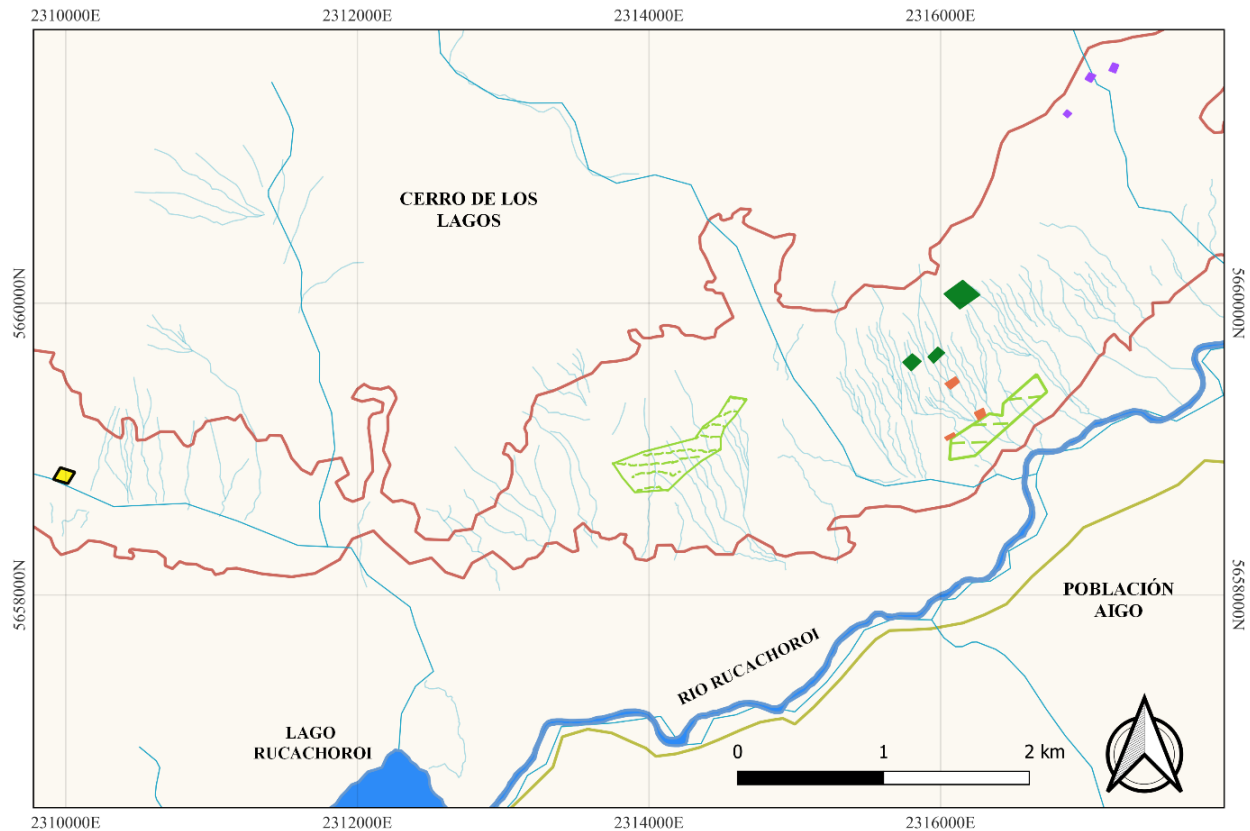


Fig. 2.2. Plantaciones abiertas de lenga y ñire (contorno verde claro) y parcelas cerradas de pehuén+lenga (violeta), lenga (verde oscuro), ñire (naranja), y parcela de regeneración natural de lenga y pehuén (amarillo), seleccionadas para su evaluación. En todas las parcelas se registró la presencia y número de plantas; en las parcelas cerradas, se registró el tamaño de plantas y la cobertura del suelo. El polígono rojo indica los límites del área incendiada. Las líneas celestes dentro del perímetro del incendio indican los cursos de agua permanentes y otros transitorios sobre líneas de erosión (sitios registrados y geoposicionados durante el relevamiento realizado).

Aproximadamente un 70% de todo el sector quemado se recorrió a pie para observar impactos del fuego y del uso ganadero y leñero sobre la vegetación en una grilla de puntos equidistantes a 300 m entre sí. Estas observaciones se volcaron en imágenes Bing® (con QGIS®) y en imágenes de mosaicos de Google Earth®, utilizando el programa BaseCamp® para bajar los datos de los equipos de GPS. En estas recorridas se registraron los cursos de agua permanentes y estacionales, y otros accidentes del terreno para actualizar la cartografía física (Fig. 2.2).

PLANILLAS Y MATERIALES UTILIZADOS EN CAMPO Y EN GABINETE

Los datos de campo se levantaron en distintas planillas diseñadas para: (i) geoposicionamiento y superficie de parcelas plantadas, (ii) cobertura del suelo por transecta, (iii) inventario de plantas de ñire, pehúen o lenga plantados y estado de cerramientos (ANEXO III).

El equipamiento, además de vehículo, palas, estacas y cintas de marcación, incluyó una brújula y clinómetro SUUNTO®, 2 GPS (Garmin Etrex® y Garmin Map 60X®), cintas métricas de 5, 30 y 100 m, calibre milimétrico, cámaras fotográficas digitales y mapas de apoyo. Los datos de rutas y puntos levantados con GPS (tracks, waypoints), y los de las planillas de campo fueron volcados luego a computadoras en oficinas de INTA, utilizándose los programas Google Earth®, QGis® (versión 3.28 y superiores), BaseCamp®, y MS Excel®.

UBICACIÓN Y SUPERFICIE DE PARCELAS Y DE SITIOS DE PLANTACIÓN

ABIERTA

Con apoyo de los mapas de ubicación de parcelas del Plan de Restauración (DGBN, 2014) y uso de brújula, se ubicaron las 9 parcelas (3 de cada tipo de bosque quemado) previamente sorteadas para su medición. Las mismas se geoposicionaron tomando como arranque el esquinero nordeste de cada una de ellas, y tomando las coordenadas en cada esquinero o poste intermedio de quiebre de las líneas de alambrado (vértices), para definir la poligonal del cerramiento. La superficie se calculó sobre imágenes, al trasladar los puntos a los sistemas de información (Google Earth®, QGis®). Adicionalmente, se tomaron observaciones de la pendiente media principal de cada parcela con clinómetro.

Los dos sitios de plantaciones abiertas, de ñire y de lenga, fueron identificados en los mapas provistos por la CIP, con el área informada. En el terreno fueron ubicados con brújula y GPS para evaluación de supervivencia de plantas a través de observaciones por transectas (Fig. 2.2). El sitio de relevamiento para AU+LE_RN se seleccionó durante las recorridas, estableciéndose que, según los informes de los POA's, allí no se realizaron plantaciones del Plan de Restauración (DGBN, 2014).

LEVANTAMIENTO DE COBERTURA DE PARCELAS

En cada una de las parcelas seleccionadas se establecieron, con brújula y cinta métrica, dos transectas paralelas con sentido E-W, y separadas a 1/3 de la distancia de cada esquinero y a la misma distancia entre sí; en el caso, por ejemplo, de parcelas de 30 m de lado, cada línea se ubicó a 10 m de cada esquinero próximo y a 10 m entre sí (Fig. 2.3). Estas líneas se prolongaron

exteriormente siguiendo el mismo rumbo y con una longitud similar, de modo de contar con observaciones apareadas de la cobertura dentro y fuera de las parcelas.

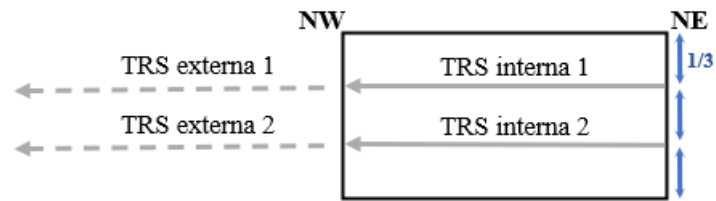


Fig. 2.3 Esquema de ubicación de las transectas (TRS) realizadas en los cerramientos. Se indican los esquineros NE y NW y la dirección de las transectas de cobertura de suelo. Cada transecta se dispuso aproximadamente a 1/3 de la distancia total de cada lado. La línea continua indica la transecta interna, y la línea punteada indica la transecta externa de análisis de cobertura.

Tanto para el exterior como para el interior de las parcelas, sobre la cinta que marcaba el trayecto de cada transecta, se registraron segmentos de un metro horizontal de intercepción lineal vertical del tipo de cobertura que presentaba el suelo en planillas de campo. Las categorías preestablecidas y su descripción fue la siguiente (Fig. 2.4):

Suelo desnudo (SD). Suelo desprovisto de vegetación (Fig. 2.4a, 2.4b)

Estepa herbácea y subarborescente (EH). Cobertura densa a rala, gramínea o con arbustos y de subarborescentes como abrojo y vinagrillo (Fig. 2.4c, 2.4d).

Troncos y ramas gruesas (TR). Material muerto sobre el suelo cuyo tamaño (diámetro > 0,15 m y hasta 1,5 m) obstruye la regeneración o cobertura verde (Fig. 2.4e, 2.4f)

Roquedal (RO). Afloramientos rocosos continuos o cobertura de piedras sueltas, sin cobertura vegetal (Fig. 2.4g)

Rebrotos de ñire (NI). Rebrotos vegetativos post-incendio (Fig. 2.4h)

Rebrotos de caña colihue (CÑ). Rebrotos vegetativos post-incendio (Fig. 2.4i, 2.4j)

Arbustos (ARB). Presencia de arbustos mayores a 30 cm de altura, como paramela, parrilla (*Ribes magellanicum*), calafates, y otras especies (Fig. 2.4k)

Mallín (MALL). Tapiz verde continuo bajo y húmedo, con gramíneas como poa de los prados (*Poa pratensis*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y otras hierbas (Fig. 2.4l, 2.4m).

Cauces (CAU). Curso de agua permanente o temporario, natural o de origen antrópico (cárcava) (Fig. 2.4n).



Fig. 2.4 Referencias fotográficas de las categorías consideradas para el análisis de cobertura por transecta en las parcelas seleccionadas: SD (a, b); EH (c, d); TR (e, f); RO (g); NI (h); CÑ (i, j); ARB (k); MALL (l, m), CAU (n). Fotos: L. B. Vorraber y P. Laclau.

INVENTARIO DE PLANTAS

En las parcelas cerradas evaluadas, se barrió todo el terreno con tres operarios recorriendo franjas, contando las plantas vivas presentes de cada especie. Se midió el *diámetro al cuello*

(diámetro basal) con calibre, y la *altura* con cinta métrica, de una muestra al azar de al menos seis plantas en cada parcela. En las parcelas con pehuén, sólo se midió la altura de plantas, pues la presencia de verticilos de hojas basales impedía medir con precisión el diámetro del tallo. También se registraron otras características de cobertura y estado de las parcelas (especies arbustivas, impacto ganadero, estado de conservación del cerco, plantas remanentes en pie post-incendio). Toda la información se registró en planillas y en fotografías digitales (ANEXO III). En el caso de las plantaciones abiertas, se visitaron ambos sectores plantados con lenga (LE_A) o ñire (NI_A) y se recorrieron con tres operarios siguiendo transectas aproximadamente transversales a la pendiente, previamente definidas sobre imagen, en sentido aproximado E-W (Fig. 2.5). En el sector de plantación de LE_A, con importante variación de altitud entre sus límites superior e inferior y pendiente fuerte, se recorrió el terreno contándose el número de plantas vivas presentes en 8 franjas de longitud variable y a 10 m a cada lado de las líneas de transecta (franjas de 20m, Fig. 2.5).

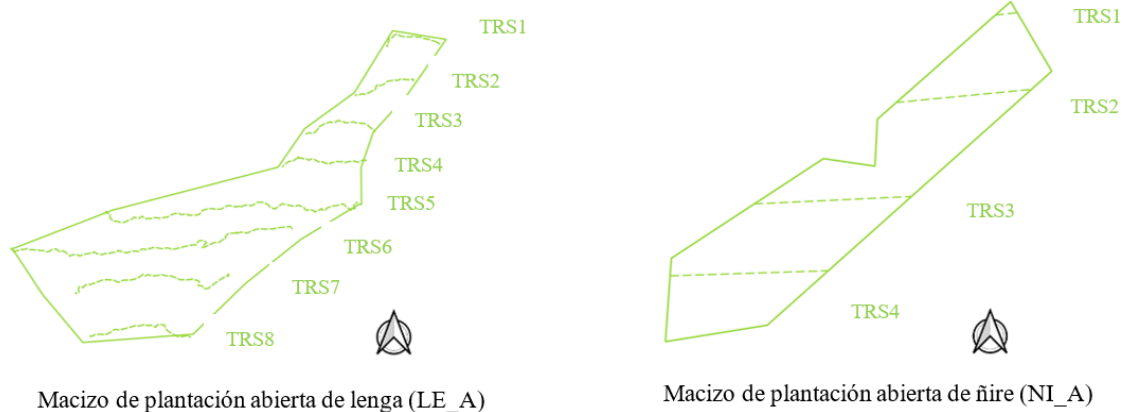


Fig. 2.5 Áreas de plantación de LE_A y NI_A. En cada imagen se indican con líneas punteadas las transectas recorridas para el relevamiento de supervivencia y estado de plantas plantadas.

La superficie relevada en las transectas (franjas) de lenga alcanzó unas 5,3 ha sobre un total aproximado de 20 ha plantadas (López Espinosa, 2018). En el sector de plantación de NI_A, realizada en una terraza baja con pendiente suave, se recorrieron cuatro transectas -también de rumbo aproximado E-W- con tres operarios que barrieron un ancho de 20 m a lo largo de una línea de aproximadamente 800 m, es decir, un área de 1,6 ha (Fig. 2.5) sobre un total aproximado de 10 ha plantadas (López Espinosa, 2018).

Para el sitio de regeneración natural (AU+LE_RN) se relevó una superficie de 30 x 30 m, en la que se contabilizaron las plántulas presentes de pehuén y lenga.

ELABORACIÓN DE INFORMACIÓN

La elaboración de la información se sistematizó en las siguientes tareas de compilación y análisis:

Datos cuantitativos y descriptivos: volcado en planillas Excel® y análisis preliminar de valores medios, desvíos, información gráfica, y organización de tablas de datos para análisis estadístico.

Análisis de datos: evaluación de las diferencias entre especies (ANOVAs) entre la LE_A (dado que la de NI_A falló íntegramente) y las parcelas cerradas para las variables de supervivencia y tamaño de plantas de las parcelas observadas, con uso de programa estadístico Infostat® (Balzarini *et al*, 2008).

Cobertura de parcelas y área contigua: diagramas de cobertura lineal (adaptados de Mateucci y Colma, 1982) promediando las dos transectas medidas en cada parcela y sector externo contiguo.

Cartografía³: actualización de mapas digitales disponibles, con ajustes de ubicación de parcelas, red hidrológica permanente y transitoria, ubicación de líneas de erosión en pendiente (Fig. 2.2).



³ El mapeo final comprende el registro del estado general de todo el perímetro del incendio. Trabajo que se encuentra en curso, y que se realiza en el marco de una investigación complementaria del equipo técnico del INTA (P. Laclau., N. Furlan., F. Letourneau y L. Vorraber), como parte del monitoreo actual del Plan de Restauración.

CAPITULO III

RESULTADOS

SUPERVIVENCIA DE PLANTACIONES

Las plantaciones del proyecto de restauración, tanto en cerramientos alambrados, como a campo abierto, se realizaron durante aproximadamente 3 años en distintas etapas y con reposiciones, de plantines de pehuén, lenga, ñire y algunas arbustivas acompañantes. En esta evaluación, a partir del recuento de plantas de las tres especies mencionadas encontradas vivas en las distintas parcelas y sectores de la ladera quemada, y según dos criterios de comparación: (i) los antecedentes documentados a través de remitos de plantas e informes técnicos que informó la CIP (lista en ANEXO IV), y (ii) el distanciamiento medio de las plantas vivas más próximas en cada parcela (ANEXO V), se analizó la supervivencia vinculada a ambos factores: especie y cerramiento. En función de este último criterio (plantas vivas más próximas), se adoptó una distancia de 1,5 m entre plantas para parcelas de LE (lenga) y AU+LE (pehuén y lenga) y de 3m para plantas en parcelas de NI (ñire). Con esta distancia se estimó la densidad original de plantación de las parcelas correspondientes. En el caso de la LE_A, la cantidad informada originalmente (20.000 pl) fue relacionada con la superficie plantada (aproximadamente 20 ha). La supervivencia de plantas osciló entre 0% para NI_A y 30% para NI, con un valor intermedio en las parcelas AU+LE, LE y LE_A (Fig. 3.1). Descontando el sector con NI_A (supervivencia 0%), la supervivencia de NI fue mayor ($p < 0,05$) que LE y LE_A; en tanto, AU+LE no mostró diferencia con ninguna de las restantes (Fig. 3.1; ANEXO VI).

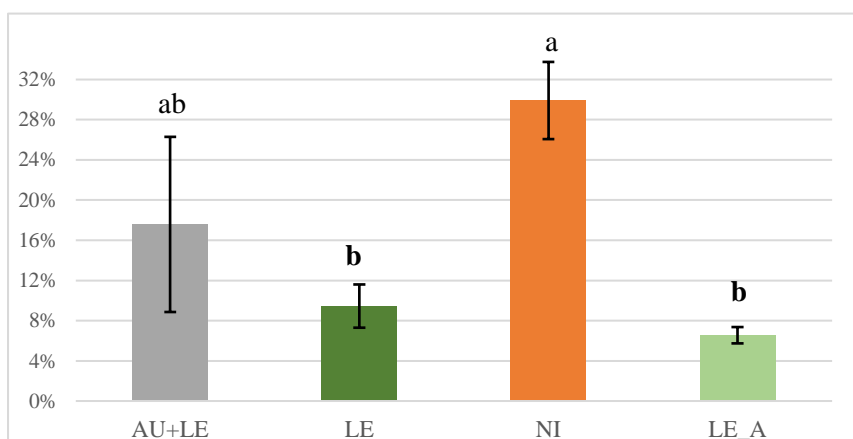


Fig. 3.1 Supervivencia media (%) de parcelas cerradas (AU+LE, LE, NI) y plantaciones abiertas (LE_A, NI_A). Las barras indican el error estándar, y las letras diferentes, diferencias significativas ($p < 0,05$)

Por otra parte, agrupando la totalidad de plantas observadas a campo y la estimación (por extrapolación) de aquellas en parcelas no visitadas, y comparando este valor (de aproximadamente unas 2.500 pl) con los informes de plantas enviadas al campo en distintas remesas (unas 55.000 pl en total) (Ávila, 2016; López Espinosa, 2018; Del Prado, 2020; Ávila, 2020), la supervivencia global al cabo de unos cinco años habría sido menor al 5%, es decir, una de cada 20 plantas llevadas al campo (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Supervivencia (SUPERV) de plantas (%) en parcelas y plantaciones abiertas. El número originalmente plantado en cada caso (PL ORIGINAL), se desprende de los remitos emitidos por el vivero de origen (Vivero Puel), excepto el de la plantación NI_A, realizado con plantines del propio Vivero Rucachoroi, informada por su personal. En la columna PL ACTUAL, se contabilizan las plantas estimadas en cada caso según el muestreo realizado y su proyección a la totalidad de parcelas o ha plantadas.

PARCELA	PL ORIGINAL	PL ACTUAL	SUPERV
AU	500	361	72,2%
LE	5000	691	13,8%
NI	5184	333	6,4%
LE_A	20000	920	4,5%
NI_A	25000	0	0%
TOTALES	55684	2304	4.1%

TAMAÑO DE PLANTAS

El tamaño de plantas al momento de la evaluación varió, particularmente entre especies en los cerramientos, y entre plantas de la misma especie (lenga) en cerramientos y en plantación abierta.

Las alturas máximas de plantas de ñire y lenga oscilaron alrededor de los 100 cm, en tanto que las de menor altura, de pehuén, crecieron hasta los 40 o 50 cm. No hubo diferencias entre *altura* de plantas de lenga y ñire en los cerramientos, aunque sí entre éstas y las de pehuén ($p < 0,05$). Por otra parte, la altura de plantas de lenga en plantación abierta (LE_A), más expuestas al ramoneo, no arrojó diferencias con las de pehuén bajo cerramiento (AU+LE) (ANEXO VI).

Los *diámetros* máximos y mínimos observados oscilaron entre 1,1 cm y 3,2 cm, aunque los valores medios de LE fueron mayores a los de LE_A y a NI ($p < 0,05$). Debe señalarse que no se midieron diámetros al cuello de las plantas de pehuén por presentar verticilos de hojas basales, que dificultaban una medición precisa.

La variable combinada $diámetro^2 \times altura$, arrojó un mayor valor para LE que para NI y LE_A ($p < 0,05$) (ANEXO VI). En la Tabla 3.2 y en la Figura 3.2 se presentan los valores medios de

diámetro, altura y su variable combinada $\text{diámetro}^2 \times \text{altura}$ de las parcelas AU+LE, LE, NI, y de LE_A.

Tabla 3.2 Valores medios de diámetro (DIAM X, cm), altura (ALT X, cm) y diámetro² x altura (DIAM2xALT, cm³), para las parcelas en cerramientos y plantación abierta. Se indica el error estándar para las parcelas y LE_A (letras azules)

PARCELA	N	DIAM X	ALT X	DIAM2xALT
AU+LE	3		47,4 3,4	
LE	3	2,8 0,2	87,5 5,2	776,4 81,3
NI	8	1,8 0,3	78,9 5,3	225,1 49,7
LE_A	3	2,1 0,3	68,9 11,0	567,7 239,4

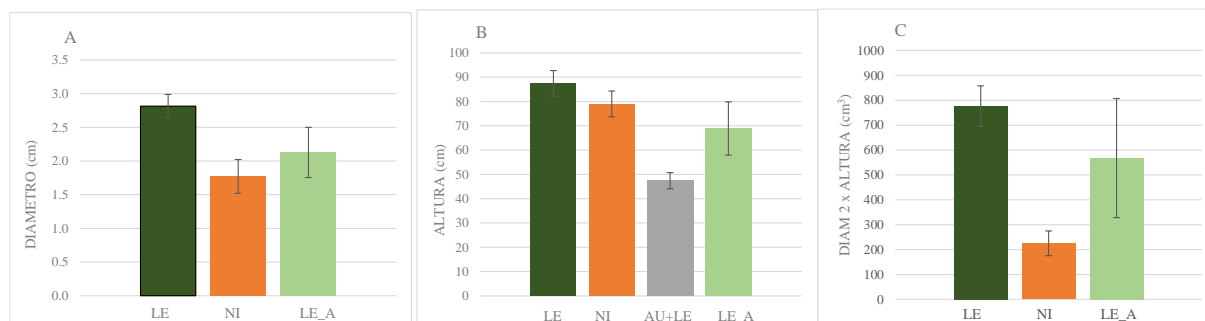


Fig. 3.2 Medias (barras) y error estándar (líneas verticales) de: A, diámetro (cm), B, altura (cm) y C diámetro² x altura (cm³), de plantas en cerramientos: LE (verde oscuro), NI (naranja), AU+LE (gris) y en plantación abierta: LE_A (verde claro).

Por otra parte, las regresiones diámetro/altura individual, analizadas con todas las plantas de LE (n=24) y NI (n=29) medidas, arrojó un cambio positivo de la altura ante el cambio de diámetro. El contraste de los modelos de regresión lineal (con transformación logarítmica) de LE y NI, no arrojó diferencias significativas en las pendientes ($p < 0,01$), aunque sí en la ordenada al origen (mayor en LE que en NI) (Fig. 3.3).

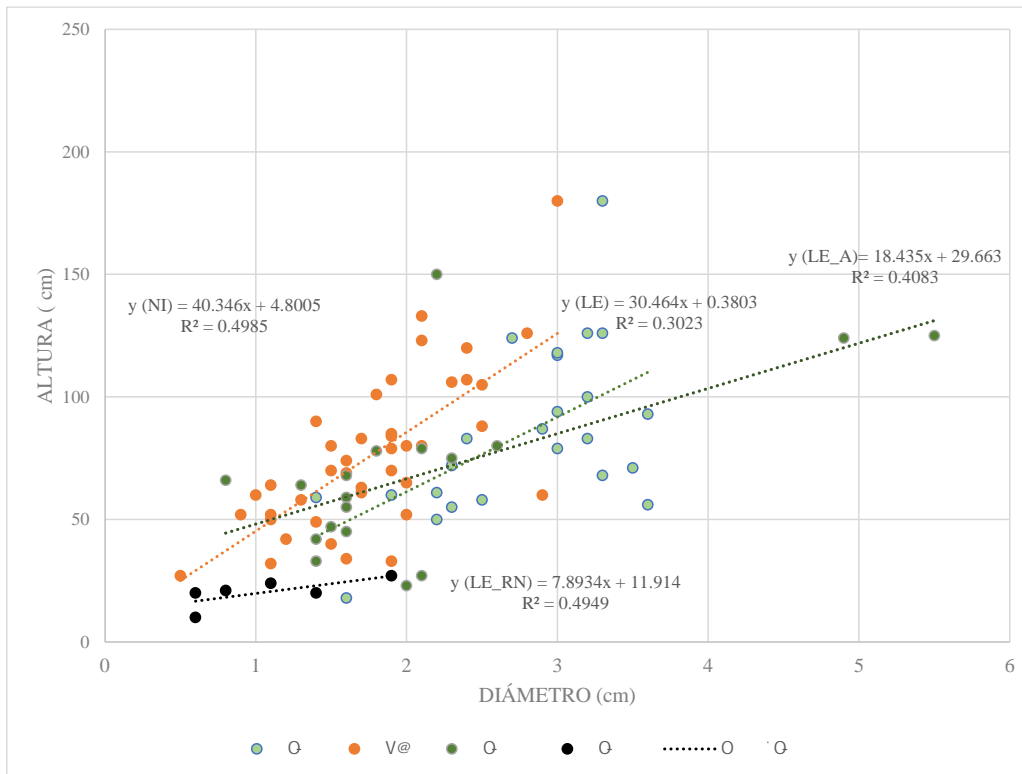


Fig. 3.3 Diagrama de dispersión de puntos y modelo de regresión lineal para las variables diámetro (cm) y altura (cm) de las plantas seleccionadas en parcelas de lenga (verde claro), de ñire (naranja), para plantas de lenga en plantación abierta (verde oscuro), y plantas de lenga en sector de regeneración natural (negro).

COBERTURA DEL SUELO

La cobertura del suelo evaluada por transectas dentro de las parcelas y en un sector externo contigua a cada una, permitió caracterizar el establecimiento de vegetación a partir de germinación o rebrotes post-fuego, más allá de la evaluación de los árboles plantados reportada en los apartados previos.

La misma arrojó diferencias entre las distintas categorías de cobertura tanto de vegetación viva como muerta, y con el suelo desnudo. En la Fig. 3.4 se muestran los resultados obtenidos, y en el (ANEXO VII) el detalle de cada segmento de las transectas realizadas. La cobertura de estepa herbácea, de suelo desnudo o de troncos caídos, dominaron la mayor parte de las parcelas y sus sectores contiguos con más de un 80% de ocupación del suelo (Fig. 3.4A, 3.4B; Tabla 3.3), tanto dentro como fuera de las parcelas.

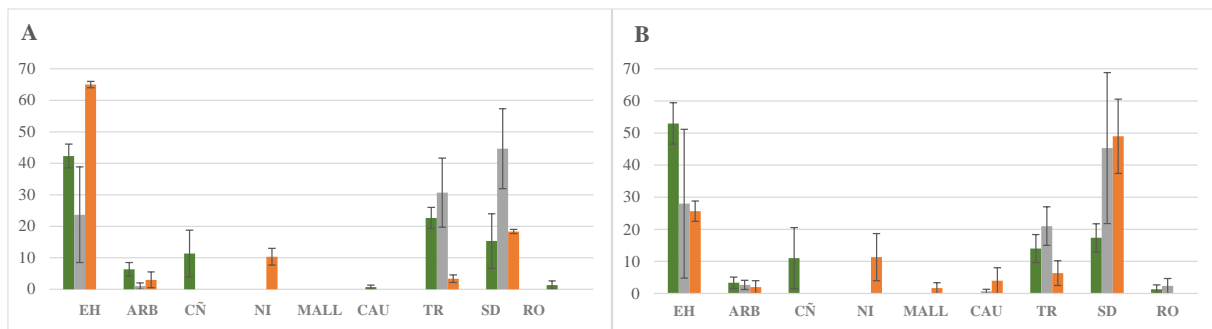


Fig. 3.4 Porcentaje de cobertura por tipo (EH, ARB, CÑ, NI, MALL, CAU, TR, SD, RO) para parcelas de LE (verde oscuro), AU+LE (gris), NI (naranja), y barras de error estándar. Los gráficos A y B muestran la cobertura (%) observada de cada uno de estos tipos para el interior de las parcelas cerradas y sus sectores contiguos, respectivamente.

Sin embargo, la calidad de las estepas fue diferente entre casos, pues bajo esta clase se agrupó la vegetación rala y baja de abrojo o vinagrillo con la de coirones, pastos que se encontraban en mayor abundancia en las parcelas de NI que en las restantes. Por otra parte, la cobertura de troncos (TR) fue muy importante en LE y AU+LE (entre 20 y 30%) y no en NI (5%), (Fig. 3.4 A, B). La presencia de arbustivas (ARB) fue baja en todos los sitios, menor al 8%, y solamente se encontró caña colihue (aproximadamente 10%) en las parcelas de LE. Otras clases de cobertura, como presencia de ñire subarbóreo (NI), parches de mallín (MALL) y algún cauce temporario, solamente se encontraron en las parcelas de NI.

Agrupando cobertura viva según estratos vivos de (i) porte herbáceo (EH+MALL), (ii) arbustivo (ARB+CÑ+NI), y (iii) sin cobertura viva (CAU+TR+SD+RO) (Tabla 3.3, Fig. 3.5 A, B) puede observarse una mayor cobertura de suelo desprovisto de vegetación viva en los sitios de LE y AU+LE, seguido de la presencia de pastos y subarbustos (EH+MALL) y en menor medida de arbustivas de rebrote. En el caso de las parcelas de NI, la cobertura vegetal viva fue mayor (Fig. 3.5 A), y contrastante con la de su área contigua, con mayor proporción de suelo desnudo (Fig. 3.5 B). En todos los casos, como lo evidencian las barras de error, la variabilidad entre parcelas y sectores contiguos de cada clase estudiada (LE, AU+LE, NI) fue muy alta, y relativamente consistente, en cuanto a la presencia de zonas de pastos y subarbustos o de suelo sin vegetación viva.

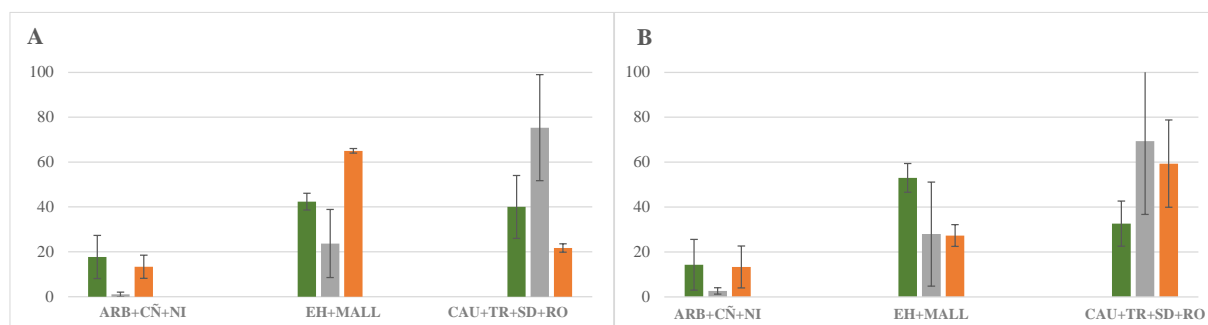


Fig. 3.5 Porcentaje de cobertura por tipo arbustivo (ARB+CÑ+NI), herbáceo (EH+MALL) o zonas sin vegetación viva (CAU+TR+SD+RO), para parcelas de LE (verde oscuro), AU+LE (gris), NI (naranja), y barras de error estándar. Los gráficos A y B muestran la cobertura (%) observada de cada uno de estos tipos para el interior de las parcelas cerradas y sus sectores contiguos, respectivamente.

Tabla 3.3 Cobertura (%) agrupando especies de porte herbáceo (ARB+CÑ+NI), hierbas y pastos (EH+MALL) o suelo desprovisto de vegetación viva (CAU+TR+SD+RO) al interior y al exterior de las parcelas de LE, AU+LE y NI. Se indica el promedio de tres parcelas para cada clase y el error estándar (letras azules).

CLASE	INTERIOR PARCELAS						EXTERIOR PARCELAS					
	ARB+CÑ+NI		EH+MALL		CAU+TR+SD+RO		ARB+CÑ+NI		EH+MALL		CAU+TR+SD+RO	
LE	17.7	9.6	42.3	3.8	40.0	14.0	14.3	11.3	53.0	6.4	32.7	10.1
AU+LE	1.0	1.0	23.7	15.2	75.3	23.7	2.7	1.5	28.0	23.2	69.3	32.6
NI	13.3	5.2	65.0	1.0	21.7	1.9	13.3	9.3	27.3	4.8	59.3	19.4

COBERTURA DE PARCELAS INDIVIDUALES

En los gráficos siguientes se presenta la cobertura de cada parcela medida, mostrando la variabilidad individual observada en LE, AU+LE, y NI (Fig. 3.6, 3.7, y 3.8). Se muestra por gráfico la distribución de la cobertura específica para cada uno. Cabe señalar que en el caso del AU+LE la variabilidad fue muy grande, registrándose mucha cobertura de TR (Fig. 3.7), por ejemplo, frente a parcelas de NI (Fig. 3.8).

Las parcelas de NI son las que presentaron mejor estado de conservación del cerramiento (registradas como estado “regular”, con al menos tres de sus laterales alambrados intactos) (Fig. 3.8). En las imágenes se puede observar el interior de las parcelas con mayor cobertura vegetal, y menor presencia de TR de magnitud.

En contraparte, las parcelas que presentaron el peor estado de conservación de sus cerramientos fueron las de AU+LE (Fig. 3.7). Todas estas parcelas se registraron como estado “malo”, lo cual indica que ningún o sólo un lateral provee protección al ingreso de animales. En las

imágenes (Fig. 3.7) se observa la escasa cobertura vegetal al interior de las parcelas, y la presencia de TR de mayor magnitud que en parcelas de NI (Fig. 3.8).

Las parcelas de LE visitadas para la medición de cobertura y supervivencia (Fig. 3.6), presentaron un estado intermedio; de las tres parcelas visitadas, sólo dos presentaron estado “malo” y la última estado “regular”.

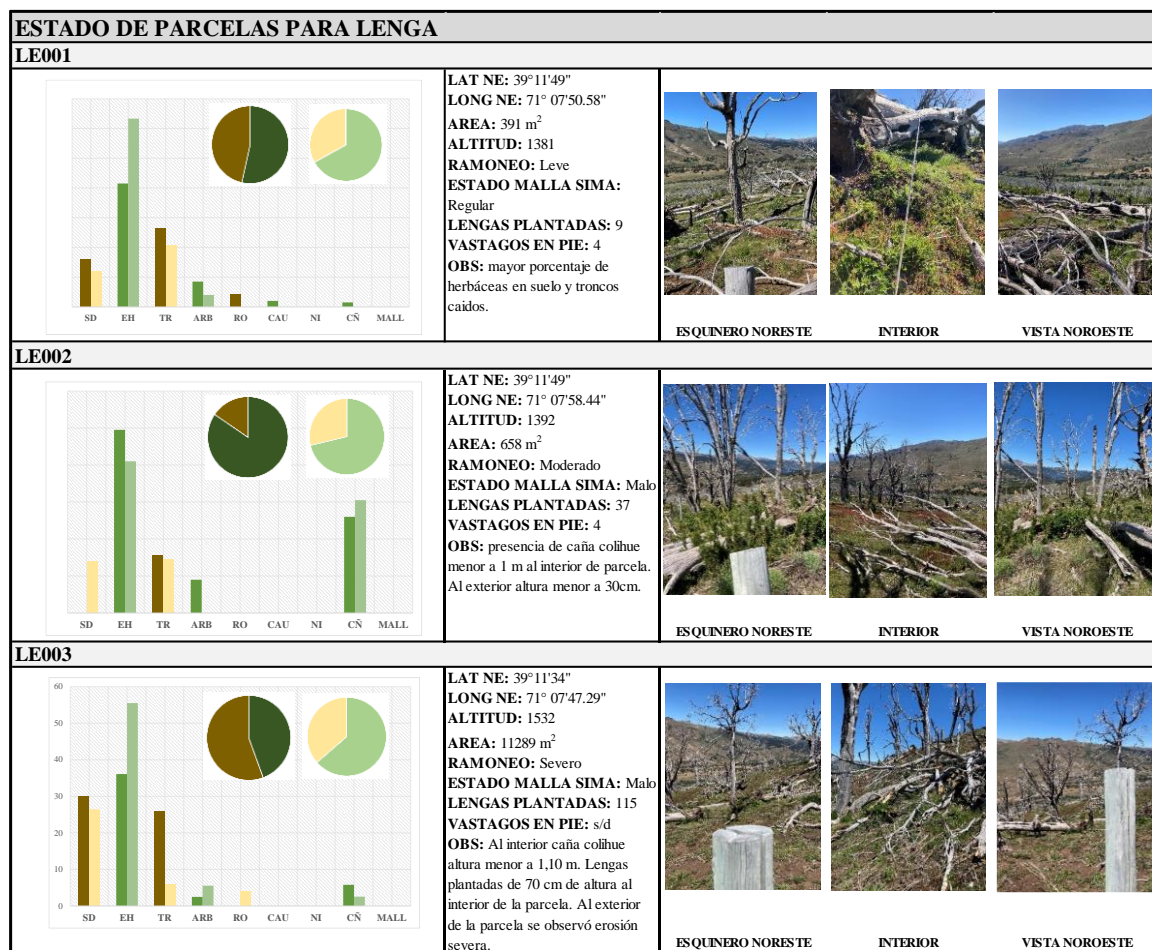


Fig. 3.6 Estado de parcelas de lenga (LE) relevadas para el análisis de cobertura de suelo mediante transectas. Se indican la cobertura (figura de barras y circulares), ubicación, superficie y otras características observadas de cada parcela. Las categorías RO y TR se representan con colores marrones (interior) y amarillo (exterior). La biomasa viva herbácea, arbustiva y arbórea (EH, ARB, NI, CÑ) se representa con colores verde fuerte (interior) y verde claro (exterior). Fotos: L. B. Vorraber, N. Furlan, P. Laclau, F. Letourneau

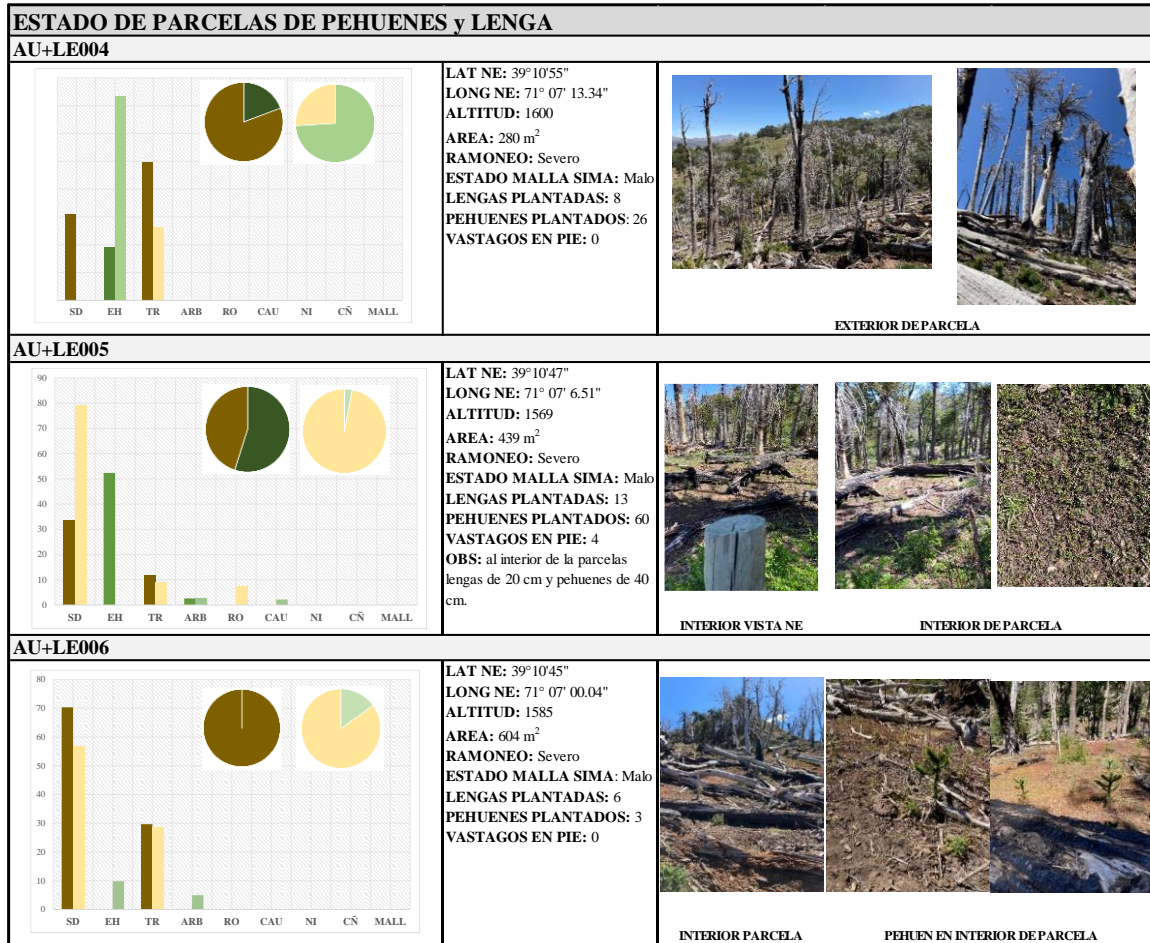


Fig. 3.7 Estado de parcelas de lenga y pehuén (AU+LE) relevadas para el análisis de cobertura de suelo mediante transectas. Se indican la cobertura (figura de barras y circulares), ubicación, superficie y otras características observadas de cada parcela. Las categorías RO y TR se representan con colores marrones (interior) y amarillo (exterior). La biomasa viva herbácea, arbustiva y arbórea (EH, ARB, NI, CÑ) se representa con colores verde fuerte (interior) y verde claro (exterior). Fotos: L. B. Vorraber, N. Furlan, P. Laclau, F. Letourneau

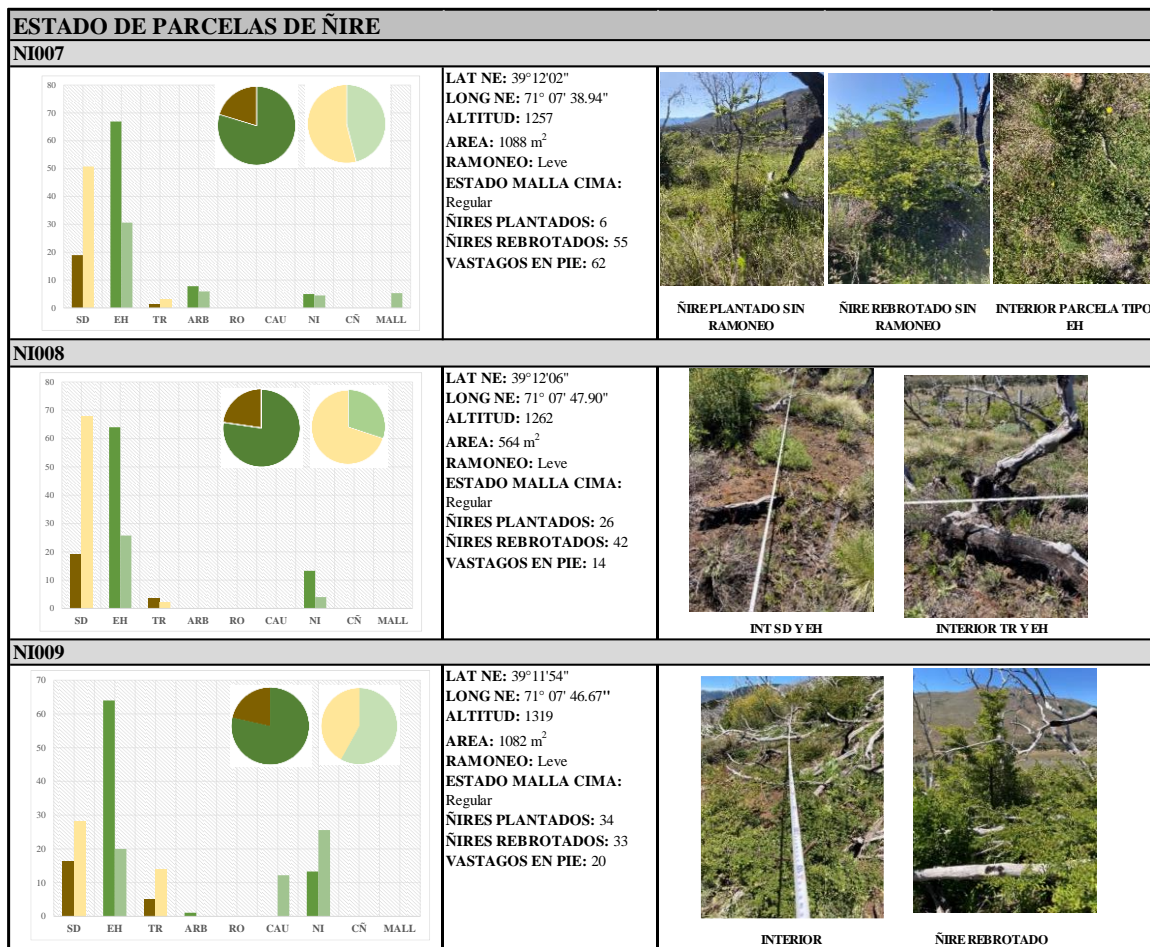


Fig. 3.8 Estado de parcelas de ñire (NI) relevadas para el análisis de cobertura de suelo mediante transectas. Se indican la cobertura (figura de barras y circulares), ubicación, superficie y otras características observadas de cada parcela. Las categorías RO y TR se representan con colores marrones (interior) y amarillo (exterior). La biomasa viva herbácea, arbustiva y arbórea (EH, ARB, NI, CÑ) se representa con colores verde fuerte (interior) y verde claro (exterior). Fotos: L. B. Vorraber, N. Furlan, P. Laclau, F. Letourneau

REGENERACIÓN NATURAL

Dentro de los cerramientos no se registró regeneración de plantas por semillas, aunque en las parcelas con ñire, se observó regeneración vegetativa por rebrote de cepas de árboles quemados. No obstante, en algunos sectores del área incendiada se encontraron remanentes de bosque verde o semiquemado con presencia de árboles maduros (portagranos o de propagación agámica). En uno de estos remanentes con bosque mixto de lenga y pehuén, ubicado al oeste dentro del área quemada, (Fig. 2.2) se evaluó el número de plantas nuevas (post-incendio) presentes. El recuento de plantas en la parcela relevada, de aproximadamente 900 m² (Fig. 3.9);

alcanzó un total de 158 plantas de lenga y 126 plantas de pehuén, es decir, más de 3.000 pl.ha⁻¹. Este sector presentaba poca alteración por ganadería y una cobertura de árboles verdes maduros de ambas especies (Fig. 3.9).



Fig. 3.9 Regeneración natural en la parcela ubicada al Oeste dentro del perímetro del incendio (ver Fig. 2.2). Se contabilizó la presencia de plantas de lenga y pehuén y se midió la altura y diámetro al cuello de 6 plantas de lenga. Fotos: L. B. Vorraber

Por otro lado, dentro de las parcelas de ñire (NI), se verificó regeneración vegetativa por rebrote de cepa de esta especie. A partir del recuento de rebrotes, que en promedio de ocho parcelas (0,78 ha) sumaron un total de 447, se estima que el número de cepas rebrotadas (con aproximadamente 10 rebrotes por cepa) alcanzaría unas 45 plantas por ha.



CAPITULO IV

DISCUSIÓN

SUPERVIVENCIA DE PLANTAS

La supervivencia de las plantas plantadas fue baja en relación con la cantidad informada en remitos e informes de avance del Plan de Restauración (aproximadamente 55.000 pl). En términos globales, la supervivencia al cabo de 5 a 7 años post-plantación, fue inferior a un 5% del total de las plantas llevadas al campo. Este bajo porcentaje respondería más a la plantación en espacios abiertos -donde se plantó la mayor cantidad de plantas-, con fallas totales en el caso del ñire (NI_A) y del 93% en el de lenga (LE_A), que a la supervivencia en algunos cerramientos. La relativamente mayor supervivencia en la plantación de lenga vs las fallas totales en la de ñire, podría deberse a una menor presión de pastoreo y a la mayor dificultad de acceso por pendiente y troncos caídos (Fig. 4.2), que además habrían facilitado el rebrote de caña colihue en algunos parches (Fig. 4.1), con la consecuente protección y mayor crecimiento en altura de las lengas plantadas (Fig. 4.1). Tampoco se extrajo leña del lugar, situación común en las laderas más bajas con ñire, aún en el sector plantado (NI_A).



Fig. 4.1 Lengas plantadas creciendo con protección de caña colihue y troncos caídos en dos sectores de la plantación (LE_A). En ambas imágenes se indican (flechas) lengas de altura mayor al promedio registrado en la misma plantación y en las parcelas cerradas, mostrando el efecto nodriza de cañas y troncos. Fotos: F. Letourneau.

El sector dónde se realizó la plantación abierta de ñire (NI_A), es un sitio en ladera baja, en el que históricamente se combinan múltiples disturbios; allí, previo al incendio del 2014, se realizaban actividades de extracción leñera (Szymański, 2012), ganadería vacuna y, equina, con

abundancia de liebres (Sheperd y Ditgen, 2005). Además, el sector se encontraba degradado por un incendio previo. Estos múltiples usos y disturbios aún continuaron después del incendio del 2014, registrándose nuevas sendas, zanjas, caminos y apeo de troncos quemados. Como consecuencia de ello, al momento de esta evaluación, la cobertura herbácea era dominante en el sector, aunque con arbustos aislados de calafate, paramela, laura (*Schinus patagónicus*), y otros (algunos de estos arbustos, presumiblemente plantados).

En cambio, en las parcelas cerradas, con menor cantidad de plantas totales, la supervivencia en aquellas de mejor estado (NI, AU+LE) habría sido del 30% y 18% respectivamente, aunque en las de lenga (LE), con los cercos muy dañados presumiblemente desde muy temprano, este porcentaje habría alcanzado sólo un 9% (Fig. 3.1). Las razones de ello podrían explicarse por factores como la calidad de plantación (oportunidad, calidad y desarrollo de plantas, transporte, cuidados previos), la desprotección de los cerramientos o de exclusión ganadera -con el consecuente ramoneo de los plantines-, y las prolongadas sequías estivales. Particularmente en las parcelas donde se plantó lenga (LE, AU+LE), el efecto de la ganadería fue marcado, debido a la alta carga observada y a la rotura de los cercos por derrumbe de grandes árboles quemados. Sin embargo, los plantines de pehuén, que no son palatables para el ganado (Molina, 2019), no fueron afectados por la herbivoría, por lo que las fallas en esta especie podrían atribuirse al ciclo de sequía post-plantación, o al aplastamiento por árboles caídos. Para las parcelas de ñire (NI), el ramoneo fue menor, ya que los cerramientos se encontraban en mejor estado: aquí, la caída de ramas y árboles fue menor, en cantidad y tamaño.

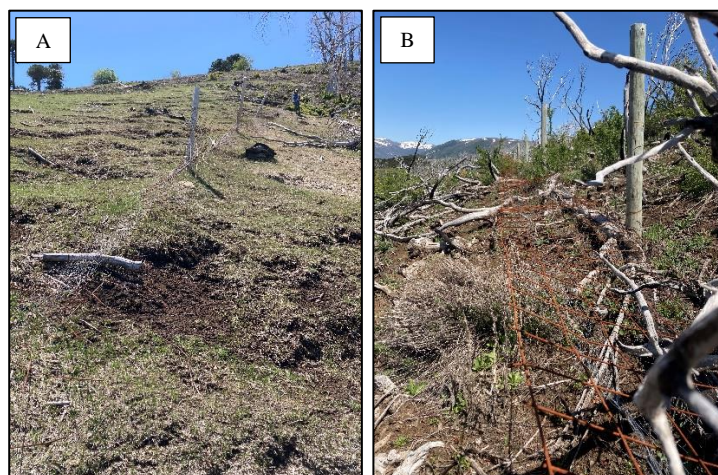
Por otra parte, las *técnicas de plantación* implementadas posiblemente hayan influido en el prendimiento de los plantines; en los informes disponibles se menciona el uso de pala plantadora (Ávila, 2020) con capacitación previa de operarios, aunque también se mencionan pérdidas de plantines por rotura de raíces al traslado y acanchado, variación de tamaño de plantines y de profundidad de plantación, plantación en sectores pedregosos, etc.- (Ávila, M. com. pers.). Posiblemente por ello, muchos plantines de ñire no hayan sobrevivido a la primera temporada estival.

Por otro lado, los árboles quemados que cayeron luego de la instalación de las plantaciones impactaron directa e indirectamente en la supervivencia; por un lado, aplastaron plantas instaladas, pero también -dado el gran tamaño de lengas y pehuenes-, generaron espacios de refugio y protección, formando barreras o corrales naturales (Fig. 4.2). Posiblemente también hayan contribuido a mantener una mejor regulación térmica y de mantenimiento de la humedad del suelo en el verano (González y Veblen, 2007; Nuñez *et al.*, 2014).



Fig. 4.2 Imágenes de árboles caídos sobre parcelas de pehuén y lenga. A la izquierda sobre la parcela (AU+LE004), se observan los troncos de gran diámetro y longitud (de pehuén y lenga), que conforman una barrera física al ingreso de animales grandes. Se observa un operario parado sobre un tronco, que da cuenta del tamaño de los árboles caídos. A la derecha se observa otra parcela (LE002), con abundantes troncos de lenga y alta cobertura herbácea y arbustiva en los espacios de suelo libres. Fotos: F. Letourneau.

Muchas de las plantas instaladas y actualmente vivas, se encontraban junto a troncos caídos de gran tamaño (Fig. 4.1). Más allá de la supervivencia inicial de las plantas, los detritos leñosos gruesos contribuyen a la transferencia a largo plazo de materia orgánica y nutrientes al suelo (Borman y Likens, 1979), y crean hábitat para dispersores de semillas (*e.g.*, ratones) (Sheperd y Ditgen, 2005; González y Veblen; 2007). Sin embargo, la destrucción de las mallas y alambrados de los cercados facilitó el ingreso masivo del ganado, con consecuencias de pisoteo y consumo sobre la plantación, y a la dispersión de cardos (*Carduus nutans*) y otras malezas (Fig. 4.3).



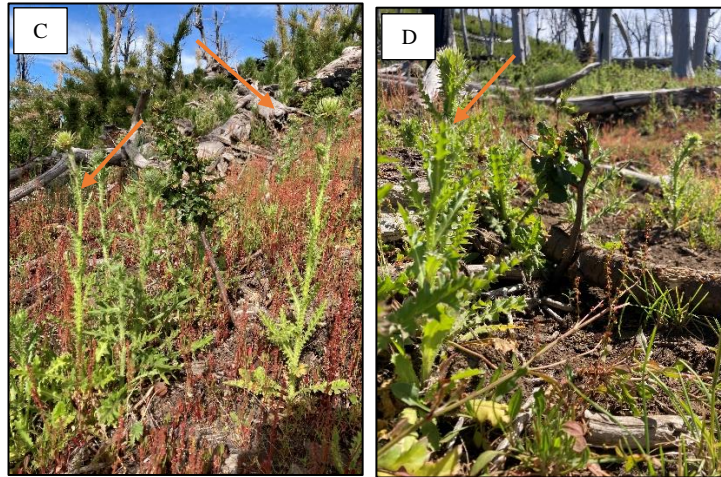


Fig. 4.3 Imágenes de cercos alambrados caídos en parcelas de lenga (A y B); y presencia de cardos (flechas en C y D). Fotos: L. B. Vorraber

Por la dificultad de implementación de cercos alambrados (en términos de costo y continuidad de mantenimiento), la consideración de los troncos caídos como protectores de plantación, o el apeo dirigido de árboles muertos, podría ser una estrategia adecuada para brindar protección a la regeneración natural o por plantación. Esto ha sido considerado en algunos proyectos locales (Ferreyra *et al*, 2019), que contemplan el aprovechamiento de troncos caídos como corrales naturales, aunque en casos, ello implicaría el apeo dirigido de plantas muertas en pie, o el movimiento de troncos en el suelo.

TAMAÑO DE LAS PLANTAS

El *diámetro medio* de las plantas de lenga de los cerramientos (LE), de 2,8 cm, fue mayor ($p < 0,05$) que el de las de plantación abierta (LE_A) que promedió los 2,1 cm, aunque no hubo diferencias significativas en *altura* y en $diámetro^2 \times altura$ (Tabla 3.3; Fig. 3.2, ANEXO VI). La diferencia diamétrica sería atribuible al tamaño inicial y edad de las plantas al momento de evaluación (López Espinosa, 2018). Además, en la plantación abierta (LE_A) la variabilidad interna fue muy alta, posiblemente por impacto de ramoneo desde el inicio de la plantación, en tanto las de cerramientos, que habrían estado protegidas al menos durante los primeros años, mantuvieron una mayor homogeneidad de tamaño (Fig. 3.2). Comparativamente, todas las plantas de lenga (LE, LE_A y AU+LE) mostraron signos moderados o severos de ramoneo, mientras que los rebrotes de cepa dentro y fuera de las parcelas y los plantines de ñire evaluados en parcelas cerradas (NI) habrían sido poco afectados. Las parcelas con ñire (NI) de similar altura, pero de menor diámetro que las de lenga (Fig. 3.2, ANEXO VI), indicarían diferencias específicas (*i.e.* debido a la especie) o de tamaño inicial de plantines, dado que la exclusión ganadera de los cerramientos fue más efectiva. Las plantas de pehuén (plantadas en las parcelas

AU+LE), de lento crecimiento inicial, que no sufrieron ramoneo, fueron de menor altura ($p < 0,05$) que las de los *Nothofagus*. Algunos estudios mencionan que los pehuenes presentan una lenta tasa de crecimiento (Drake *et al*, 2009); aunque en sus primeras etapas de desarrollo el crecimiento podría ser menor y alternar con períodos de latencia (Armesto, 1996; Laclau P. com. pers.).

Por otra parte, las regresiones (con transformación logarítmica) *diámetro/altura individual* de plantas de lenga y ñire (ANEXO VI), mostraron una pendiente similar, es decir, un crecimiento común de la altura en función del diámetro. Sin embargo, las rectas acusaron diferencias significativas en la ordenada al origen ($p < 0,05$), posiblemente por diferente desarrollo de los plantines al momento de plantación: las plantas de ñire habrían sido de muy bajo desarrollo al momento de plantación -también un posible motivo de fallas totales en plantación abierta- (Ávila, M., com. pers.). Para todas las mediciones se observó una alta dispersión de tamaños, que podría ser atribuible a la variabilidad genética (las semillas utilizadas en vivero provienen de bosques nativos de distintas procedencias), y posiblemente también a la acción del ganado.

COBERTURA DEL SUELO

En los sitios dónde la estabilidad del cerramiento perduró, se observó una cobertura vegetal relativamente alta dentro de las parcelas, y marcadamente escasa en los sitios dónde se observaron indicadores de presencia intensa de ganado (zanjas, sendas, bosteos; Fig. 3.5, 3.6). Como se ha mencionado, la presencia de ganado de distintas categorías (vacunos, yeguarizos y en algunos casos ovinos), condicionó la restauración de la cobertura post-fuego, afectando la disponibilidad de micrositios favorables (*e.g.* humedad en suelo, radiación) para la instalación y desarrollo de plántulas, o el rebrote de raíces (Blackhall *et al*, 2015).

Entre las clases de cobertura medidas por transectas (ver Capítulo 3, Cobertura de Suelo), las estepas herbáceas (EH) presentaron una composición de especies muy variada. En los sitios más deteriorados, presentaban especies indicadoras de alta degradación, como el abrojo y el vinagrillo (Rusch *et al*, 2017; Rusch y Varela, 2019), y fueron comunes en todas las parcelas con evidencias de sobrepastoreo. La presencia de arbustivas (ARB) y de rebrotes de cepa de ñire (NI) fue marcada en las parcelas de plantación de esta especie, mejor protegidas que las otras parcelas. En algunas parcelas de lenga, se observó la presencia de rebrotes de caña colihue (CÑ). Estas diferencias (ver Capítulo 3, Cobertura de parcelas) indicarían diferentes *estados de transición* (Westoby *et al*, 1989; Rusch *et al*, 2017; Rusch y Varela, 2019) de los bosques quemados, algunos de ellos (con especies xerofíticas como el abrojo) de difícil reversibilidad.

En cambio, aquellas parcelas que presentaron caña colihue o arbustos de rebrote propios del bosque, y un alto porcentaje de cobertura, responderían a estados transicionales más favorables a la recomposición de la cobertura forestal (Rusch *et al*, 2017; Rusch y Varela, 2019) y, por lo tanto, con mayores posibilidades de restauración.

En ese sentido, en aquellos sitios quemados abiertos vigorosos, se observaron parches con rebrotes arbustivos y arbóreos conformando barreras físicas para el ingreso del ganado, promoviendo la recuperación de los bosques de ñire (Fig. 4.4).



Fig. 4.4 Rebrotos de cepa de ñire en sector quemado con dominancia de esta especie, en sitios abiertos. Se observa la expansión de cobertura de porte arbustivo de los rebrotes, contribuyendo a la restauración del sitio. Fotos: F. Letourneau.

Facilitación de la instalación de plantas

Los procesos de facilitación entre plantas son comunes para sitios que presentan un alto estrés ambiental (*e.g.* sitios post-fuego) (Aizen, 2014). En general, estos procesos favorecen la disminución de los factores que perjudican la instalación y crecimiento de plantas (*e.g.* estrés hídrico, herbivoría). Las plantas facilitadoras o *nodrizas* mejoran los resultados de supervivencia frente a las que crecen desprovistas de protección (Rovere *et al*, 2014). Para los sitios plantados se observaron plantas rebrotantes que cumplen esa función (Fig. 4.5). Particularmente en las parcelas de LE y NI y también en plantación abierta (LE_A), las cañas y otros arbustos como parrilla, chacay, paramela, y calafate crearon protección contra los herbívoros y presumiblemente favorecieron una reducción de los efectos del estrés hídrico estival.

Se observó que, en parcelas de LE y NI con mayores registros de presencia de arbustos y caña que las de AU+LE (Fig. 3.4), la supervivencia fue mayor que en aquellas desprovistas de ese tipo de cobertura. En los informes del proyecto, se menciona que una de las estrategias fue plantar cerca de arbustos sobrevivientes al incendio para brindar protección a la planta durante

la instalación (Ávila, 2018; 2020). No obstante, esta acción se realizó en pocos sitios, dado que, para el momento de plantación, los arbustos presentes eran escasos y su tamaño estaba condicionado a la severidad del fuego acontecido. (Ávila, M., com. pers.).

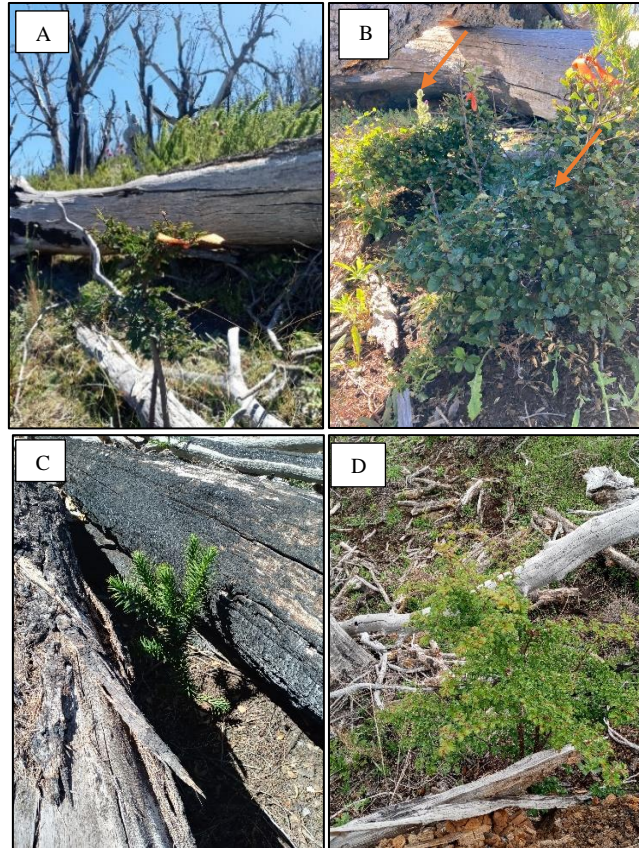


Fig. 4.5 Lengas y pehuenes plantados que se encontraban cercanos a troncos y árboles caídos que sirvieron como barrera física ante el ramoneo de herbívoros: (A) lenga ramoneada cercana a tronco caído; (B) plantas de lenga creciendo entre troncos caídos y con signos de ramoneo; (C) pehuén creciendo entre árboles caídos; (D) lenga creciendo entre ramas y troncos caídos. Fotos: L. Vorraber y F. Letourneau.

Si bien el concepto de *nodrizas* refiere a plantas vivas, es posible observar que algunos elementos inertes pueden facilitar la instalación y crecimiento de plantas. Ramírez Collantes (2011) menciona como *objeto nodriza* a aquellos elementos no vivos que favorecen un microambiente con menores variaciones de humedad y brindan protección a la instalación y crecimiento de otras plantas. En las plantaciones observadas, los troncos y ramas caídas conformarían micrositos con mayor presencia de plantas vivas (Fig. 4.5).

En este contexto, la abundancia y distribución de plantas y otros elementos nodriza, serían factores importantes a considerar en proyectos de restauración con plantaciones (Raffaele *et al*, 2014).

En síntesis, el éxito de las estrategias de restauración basadas en cerramientos reside fuertemente en la estabilidad de las estructuras que protegen las plantaciones, y la natural sucesión ecológica en el micrositio. Estudios realizados en 1999 confirman que la protección con cerramientos frente a la herbivoría post-fuego (Gowda *et al*, 1999) potencia el efecto nodriza de las plantas rebrotantes brindando condiciones adecuadas para la germinación y supervivencia de especies. De este modo, también se brindan condiciones apropiadas para la instalación y crecimiento de plantaciones. Por otra parte, las clausuras (que podrían considerarse como *objetos nodriza* introducidos) pueden promover mejoras en las propiedades físicas del suelo, al evitar el pisoteo de grandes animales. Un estudio realizado recientemente por Gómez (2023), demostró que las clausuras mejoraron sustancialmente las propiedades físicas del suelo (especialmente compactación, penetración y densidad aparente).

Calidad del suelo y condiciones climáticas

Los análisis preliminares del suelo, realizados en distintos sitios quemados y en parches intactos, indicarían que los sitios de implantación del Plan de Restauración no tenían limitantes edáficas en los primeros centímetros, para el establecimiento y crecimiento inicial de plantas (Furlan N. y Laclau P., datos sin publicar). Los análisis realizados mostraron una alta dotación de MO y N, superior en todos los casos a 11,5% y 0,32% respectivamente, y hasta de 27% y 0,75%. El pH levemente ácido y una densidad aparente de $0,58 \text{ g.cm}^{-3}$ ($\pm 0,10$) verificado en el conjunto de muestra, son propiedades características de suelos alofánicos de buena fertilidad (La Manna *et al*, 2018; Buduba, 2020).

Por otra parte, el período desde la instalación y crecimiento inicial de las plantaciones es un momento crítico para la supervivencia de las plantas, en especial para especies arbóreas (Blackhall *et al*, 2015). En el caso de las plantaciones realizadas, las plantas provenían de distintos viveros, y sujetas a un manejo diferente incluyendo cría en tubetes, en cartucho o a raíz desnuda. Los informes revisados y comunicaciones recibidas indicarían que el traslado y mantenimiento de plantines pre-plantación no habría sido cuidadoso perdiéndose raíces (López Espinosa, 2018) por exposición al desecamiento por insolación o falta de riego (Ávila, 2020; Del Prado, 2020). Asimismo, los informes de avance señalan que las distintas plantaciones anuales se realizaron a fines de la primavera -meses de octubre a noviembre- (López Espinosa, 2018; Ávila, 2020), cuando la humedad del suelo comienza a disminuir y la demanda atmosférica aumenta. Adicionalmente, en los años en que se realizaron las plantaciones, se presentaron anomalías (disminución) de precipitaciones (Fig. 4.6).

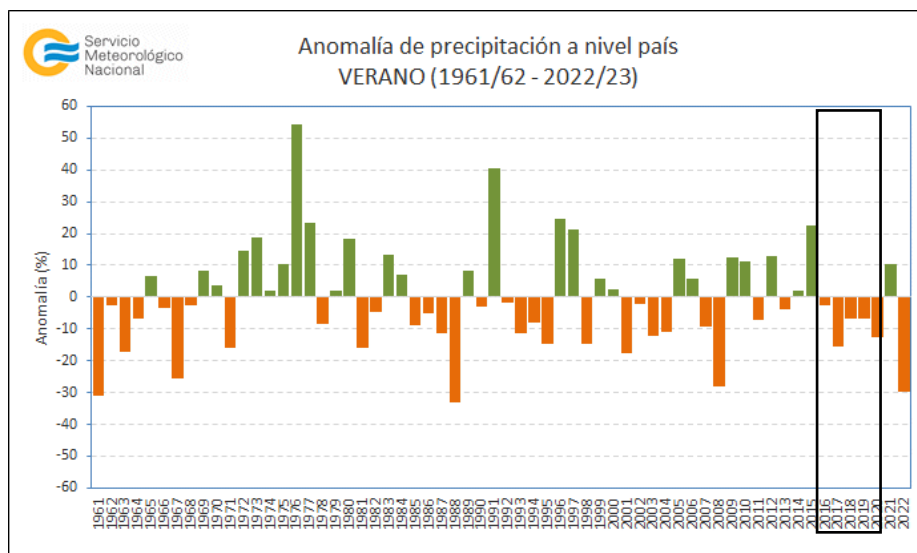


Fig. 4.6 Anomalías de precipitación (%) a nivel país en el período 2016-2020 (verde; excesos, naranja; déficits). Se indica en recuadro las condiciones de déficits de lluvia durante los años en que se realizaron las plantaciones. (Fuente: <https://www.smn.gob.ar/>)

El período 2014-2017 de menores precipitaciones (Fig. 4.1) ha sido calificado como “megasequía” (Gipoulou, 2019), con hasta un 45% de déficit hídrico estival promedio para la región cordillerana de Chile y Argentina. Entre sus consecuencias, se observó desecamiento de individuos jóvenes y adultos de pehuén, daño foliar y menor crecimiento radial (Gipoulou, 2019). En línea con ello, Sanguinetti *et al* (2023) y Vélez *et al* (2018), observaron un menor éxito en el establecimiento de las plántulas de pehuén.

Regeneración natural de *Nothofagus spp* y pehuén

En el único sector de la ladera quemada dónde se relevó la regeneración natural por semillas de lenga y pehuén, y también rebrotes de raíz de esta última especie, se observó una regeneración varias veces superior en número de plantas respecto de las contabilizadas en las parcelas con cerramientos del Plan de Restauración. Este sitio, consistente en un parche semiquemado de pie de monte (Fig. 3.9) presentaba abundancia de árboles vivos de ambas especies (semilleros), protección de copas verdes, caña colihue y troncos caídos, y una relativamente baja presencia de ganado respecto del sector de plantación (LE_A). Es decir, con condiciones apropiadas para la restauración pasiva, poco comunes en el resto del perímetro del incendio.

Por otro lado, en la mayor parte de los sitios de bosque quemado de ñire, tanto dentro como fuera de los cerramientos, pudieron observarse abundantes rebrotes de cepa, forma de propagación vegetativa post-fuego característica de la especie, facilitando una rápida cobertura del suelo y la protección de otros arbustos, semillas y hierbas próximas (Fig. 4.6).



Fig. 4.7 Rebrotos de cepa de ñire dentro de las parcelas. A la izquierda se observa un rebrote de ñire sin ramoneo. A la derecha se observa un ñire plantado creciendo entre rebrotos (flecha). Fotos: L. Vorraber.



CAPITULO V

SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

El incendio ocurrido en Rucachoroi en el año 2014 afectó pastizales y bosques en un área bajo uso comunitario local, ganadero, leñero y de recolección de piñones. Este sitio albergaba bosques de alto valor de conservación constituidos por pehuenes centenarios y asociaciones de *Nothofagus* spp. Dados estos valores naturales y culturales, se implementó un Plan de Restauración, consistente principalmente en cierres con alambrados, y plantaciones con y sin exclusión ganadera. Sin embargo, los usos del suelo continuaron aumentando la presión sobre el ecosistema. Con ello, parte del esfuerzo realizado se perdió, tanto por el bajo mantenimiento de los cerramientos y plantaciones, como por el insuficiente control de las actividades extractivas. Sumado a ello, el largo período de sequía afectó la supervivencia de las plantas introducidas. Ante estos resultados magros, es importante realizar un replanteo de los cuidados necesarios post-plantación que garanticen un mayor éxito de futuras acciones de restauración. Los factores condicionantes de la restauración se sintetizan en el diagrama causal de la Fig. 5.1, destacándose aquellos que han tenido relevancia en la supervivencia y crecimiento inicial de las plantaciones de este estudio. Para las plantaciones evaluadas, se observó que la presencia de ganado disminuyó el crecimiento y probablemente la supervivencia, a consecuencia de un mayor *ramoneo*, *pisoteo* y *consumo* (Fig. 5.1, cajas vinculadas al factor Ganadería) directo de los plantines. De este modo, la instalación de cerramientos con alambrados, y su adecuada conservación resultan primordiales para la protección de las plantaciones ante la presencia del ganado.

Por su parte, el clima, y en especial las *condiciones climáticas* (caja Clima en la Figura) ocurridas durante los años de las plantaciones determinaron mayor extensión de los períodos de sequías que favorecieron el estrés hídrico, limitando la supervivencia y crecimiento de los plantines. Ante esto, se plantea la necesidad de planificar adecuadamente la *época de plantación*, a fin de reducir los efectos adversos para los plantines, considerando la estación más adecuada (posiblemente otoño en vez de primavera) y los pronósticos climáticos anuales. En cuanto a la *calidad de los plantines*, es importante evaluar si las plantas recibidas se encuentran con un óptimo desarrollo aéreo y radicular para realizar la plantación, considerando que, con plantas nativas provenientes de semillas de variada procedencia, es necesario una selección estricta de plantines destinados al campo.

En este estudio, se observó mayor número de plantas desarrollándose en sectores con presencia de arbustos y cañas. Estas *plantas nodrizas* dificultaron o impidieron el acceso directo del ganado a los plantines (o proveyeron de un recurso forrajero alternativo), y probablemente, conservaron la humedad en suelo evitando un mayor estrés hídrico en el verano. La protección brindada por estas plantas promovió un mejor crecimiento en altura, reduciendo el ramoneo, y se presume que favoreció la supervivencia de las plantas que se encontraban entre ellas. La *caída de árboles* quemados (caja amarilla de la Figura) se presentó como un factor de doble efecto; en algunos sitios la presencia de troncos de gran tamaño protegió a los plantines, conformando barreras naturales, aunque en otros sitios pudo haber ocasionado aplastamiento de plantas. Por otra parte, la caída sobre los cerramientos condicionó la estabilidad de los cercos facilitando el ingreso de animales y su consecuente efecto limitante para el crecimiento.

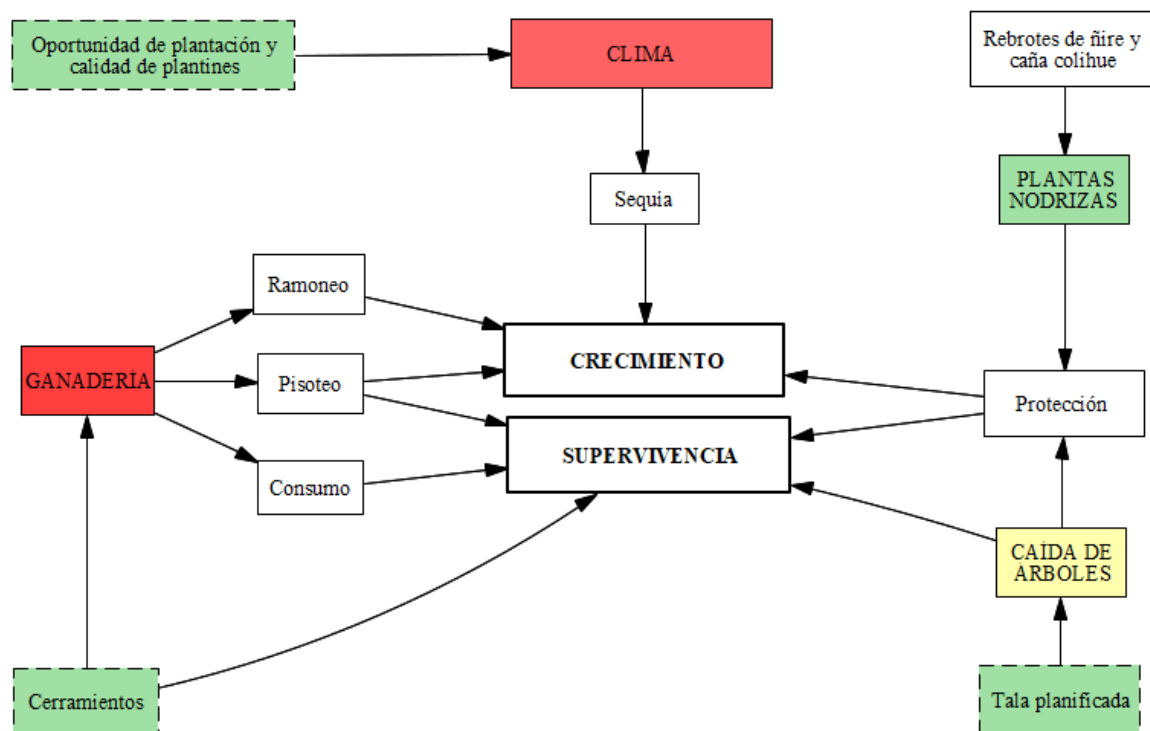


Fig. 5.1 Diagrama causal de síntesis de factores que promueven, facilitan o limitan para la supervivencia y crecimiento inicial de las plantaciones en proyectos de restauración en bosques quemados. Los factores condicionantes limitantes se representan en recuadros rojo, los factores que favorecen el crecimiento e instalación en verde, y en amarillo factores de efecto doble. Los recuadros con líneas punteadas indican actividades planificadas para proyectos de restauración que reducen efectos negativos de los factores limitantes.

Algunos aspectos a considerar para los proyectos de restauración, en base a las observaciones efectuadas serían: la estabilidad de los cerramientos; la **priorización y secuencia de acciones** de restauración (Laclau *et al*, 2023); la **adecuada elección de sitios** a intervenir (*e.g.* presencia

de semilleros, cepas rebrotantes, erosión y pendiente, conectividad, usos, etc.); la **sostenibilidad de los compromisos comunitarios**; los **escenarios climáticos** y la **protección de los parches vivos remanentes, de los suelos y de los cursos de agua**.

La supervivencia y desarrollo de las plantas en parcelas con exclusión ganadera dependen fuertemente del **mantenimiento de los cerramientos**, incluyendo la **remoción de árboles quemados en pie** cercanos al perímetro de estos sitios. En plantaciones abiertas es necesario considerar **barreras y obstáculos naturales que minimicen la herbivoría** de los plantines (*e.g.* troncos, roquedales, etc.). En bordes riparios, se puede considerar **direccionar la hacienda hacia espacios de pastoreo y abrevaderos no erodables**, a través de la apertura de sendas o bloqueo de áreas de fuertes pendientes.

En el caso de este estudio, deberían revisarse los esfuerzos de cerramientos y plantaciones realizados para evaluar la necesidad de reconstruir o replantar las parcelas establecidas. En aquellas donde la supervivencia fue aceptable (LE002 y 003; AU+LE004 y 005; NI007, 008 y 009), cabría plantearse su reconstitución.

Uno de los desafíos de la restauración es la evaluación de *acciones prioritarias* para estabilizar el suelo y contribuir a la reorganización inicial del ecosistema. Como parte de ello, es necesario realizar una **adecuada zonificación** que delimite sitios de bosques verdes con potencial de restauración pasiva y sitios con múltiples impactos (*e.g.* cárcavas, suelo desnudo, ausencia de árboles semilleros, etc.). Este planteo es fundamental y primordial antes de la ejecución de actividades que resultan altamente costosas, y necesitan un mantenimiento anual luego de su instalación (*e.g.* traslado de materiales en laderas con pendiente, traslado de herramientas y plantas, etc.).

En relación con los *acuerdos comunitarios*, y en el contexto de áreas con uso histórico por parte de las comunidades locales, resulta fundamental **consensuar** la continuidad o no de **las actividades extractivas**. La ganadería, como se ha mencionado, es uno de los factores limitantes de la instalación y crecimiento de la vegetación. A su vez, la extracción de leña post-fuego, que implica eliminar una cobertura muerta protectora, abrir sendas de arrastre y caminos reduce estos objetos nodriza y también la dotación de nutrientes que son retenidos por estos materiales y devueltos al suelo en el corto y largo plazo. Por todo esto, los acuerdos y restricciones de uso en el tiempo y espacio conforman parte importante de los proyectos de restauración de este tipo, y deben ser sostenidos en el tiempo.

Los resultados de supervivencia y estado de plantas nos presentan algunas nuevas hipótesis que cabe plantearlas como temas de estudio para futuras investigaciones en la temática. La presencia de plantas nodrizas, y el rol de los legados biológicos en sitios con diversas severidades de

fuego, pueden orientar decisiones importantes para la propuesta inicial de las acciones de restauración en los Bosques Andino-patagónicos. Establecer el rol de estas plantas y de los legados biológicos, junto con el aporte de los denominados “objetos nodrizas”, podrían permitir seleccionar micrositios con mayor potencial de protección para la instalación y crecimiento de plantas, con menor esfuerzo económico.

Finalmente, y dentro de este contexto, es importante considerar desde el inicio de un Plan de Restauración, un sistema de monitoreo adecuado que cuente con una **línea de base de datos** clara que permita establecer ajustes tempranos de las actividades emprendidas. En este trabajo y dadas las dificultades experimentadas en la estimación de los valores de plantación inicial, se debió indagar en la información disponible de informes y remitos de compras de plantas. Es así que mediante métodos indirectos se estimó la densidad inicial de plantación que arroja un cierto grado de incertidumbre, el cual puede ser reducido mediante el establecimiento de una línea de base clara que implique la recopilación de cantidad y calidad de plantas plantadas, área cubierta por el proyecto, criterios de plantación, época de plantación, cuidados de plantas recibidas, etc. Los registros de las actividades realizadas resultan fundamentales para el análisis y la trazabilidad de las acciones realizadas durante el proyecto. Este sistema, a su vez, debe sostenerse a largo plazo y bajo el concepto de manejo adaptativo de la restauración.

CONCLUSIÓN PERSONAL

Este proyecto me permitió analizar e investigar con profundidad la ecología del bosque post-fuego, y en especial, interiorizarme en la ecología del pehuén; árbol que admiro desde que conocí los bosques andino-patagónicos. Vivo en la región desde hace 21 meses, el trabajo realizado en esta tesis me permitió consolidar los objetivos profesionales y personales que escogí al vivir entre bosques.

En el área personal, el desarrollo de esta tesis requirió un esfuerzo extra al integrarme a un equipo de trabajo consolidado y especializado en el estudio de la ecología de bosques en INTA. Para comprender la historia, el presente de los impactos y la ecología de los bosques del pehuén en la región, dediqué muchas horas de revisión bibliográfica sobre la temática previo al inicio de esta tesis. La bibliografía seleccionada comprendió un total de noventa y siete documentos, número que fue ampliamente superado por los que no fueron citados para esta tesis pero que fueron leídos como aportes a la instrucción en la temática. Además de la revisión bibliográfica, realicé otras actividades de campo que me permitieron reconocer las principales especies arbóreas, arbustivas y herbáceas de la región, con el fin de facilitar la inspección visual y el

relevamiento realizado en campo. Asimismo, el equipo de trabajo me capacitó en el uso de los instrumentos que disponían, y en el mes de junio del año 2022 realicé un curso de QGis® para realizar el mapeo de los relevamientos que se realizaron para esta tesis.

Luego de la lectura crítica de la bibliografía, me impactó la abundante información que existe sobre las consecuencias de los incendios, y a su vez, los bajos registros a nivel nacional respecto a los resultados de las tareas de restauración posterior a la instalación y crecimiento de las plantas en los primeros años post-fuego. Los registros iniciales resultan insuficientes y en algunos casos, prácticamente nulos. Este trabajo refleja la importancia de contar con un registro inicial detallado, que especifique cantidades y cualidades de las plantas seleccionadas para la plantación, metodología de trabajo, distanciamiento entre plantas, acuerdos con las comunidades usuarias del sitio, y un adecuado monitoreo que refleje los resultados parciales obtenidos.

Considero que este año de intenso y productivo trabajo me permitió consolidar mis objetivos personales y profesionales, desarrollando una evaluación de un proyecto, que espero sea de utilidad para la continuidad del importante trabajo inicial que se desarrolló en el sector del quemado del paraje Rucachoroi.

Finalizo este trabajo agradeciendo a Pablo y Natalia por su apoyo, por compartir su conocimiento, y por integrarme desde el primer día en sus proyectos.

Leslie Bárbara Vorraber



ANEXOS

ANEXO I: Resumen de informes de POA´s para el Plan de Restauración

RESUMEN INFORMES POA´s

Ávila M. 2016. Informe Técnico, Informe de Inspección. POA 1. Proyecto “Plan de restauración ambiental y monitoreo en el área del incendio de Ruca Choroy”. Expediente N° 4352-000299/14. Ministerio de Producción y Turismo.

ACTIVIDADES POA 1 a OCTUBRE 2016

-Definición de áreas de intervención y clausuras

-SECTOR 1. Se marcaron 11 parcelas a 200 m c/u en Sector I. Radio mínimo cobertura 13 m. Cierres de 700 a 1000 m². Se hicieron 4 parcelas. No hay plantas en parcelas, **sólo están acanchadas** cerca de las parcelas, en el bosque

-SECTOR 2. Se establecieron 8 parcelas con cierre malla SIMA. **Se plantaron 1500 plantas LE en las 8 parcelas** cerca de cañas, para protección

- Se hicieron terrazas de contención

Se dejaron acanchadas 800 pl lenga entre Ao. Rucachoroi y Zapata

DGBN. 2018. Informe Técnico. Informe de inspección. Proyecto “Plan de restauración ambiental y monitoreo en el área del incendio de Ruca Choroy”. Expediente N° 4352-000299/14. Ministerio de Producción y Turismo. 30 de Mayo de 2018

ACTIVIDADES POA 2- Comienza en dic 2016

-SECTOR 1. Se terminaron todas las 11 parcelas. Todas se encuentran forestadas: **8 con LE y 3 con AU**

-SECTOR 2. Se realizaron 10 clausuras (parte baja, ñire) separadas 30-50m de 30x30m y **están forestadas con ñire. Todas las plantas de ñire en las clausuras y en hileras (NI_A con arbustivas) fueron compradas al vivero Rucachoroi a raíz desnuda**

Se hacen comentarios acerca de la cantidad de cuadrillas, cambios de financiamiento de las plantaciones (personal), etc. (que podrían haber afectado la calidad de plantaciones o modificado la agenda con plantas acanchadas)

López Espinosa, 2018. Informe Final Etapa II. 18/10/18

-Describe realización alambrados. Habla de las cuadrillas contratadas para alambrados y plantación.

-SECTOR 1. Finalizo plantación de **11 parcelas de spp LE y AU**. Las parcelas tenían entre 700 y 1000 m² cada 200 m entre sí. **Se plantaron 4000 LE + 500 AU**

-SECTOR 2. Confección y **plantación de 10 parcelas con ñire** de 30x30 y 30x50m. **Además, se plantó en hileras (con arbustivas), unas 10 ha. La actividad se finalizó el 23/10/2017**

-SECTOR 3. **Plantación en macizo de LE, de 23 ha aprox.** (según croquis es 20.0 ha)

-Menciona dificultades de la obra: los accesos, los caminos, la caña colihue, las heladas, desacuerdos comunitarios. **Muchas plantas pasadas en tamaño y se dañaron raíces, tanto las de cartuchos como las de raíz desnuda.**

-Menciona que se adquirieron 55000 pl del vivero Puel (lenga y pehúen) + 5000 de Rucachoroi (ñires, son los de las parcelas y de la plantación en hileras, incluyendo chacay, laura, notro, caña)

Del Prado, 2020. Informe Técnico POA 3. Informe Técnico Proyecto “Plan de restauración ambiental y monitoreo ambiental del incendio de Ruca Choroy”. Ing. Agrónomo Fabián del Prado. Corporación Interestadual Pulmarí.

-Mantenimiento del alambrado del sector 2, tanto perimetral como de parcelas. Problemas de rotura de alambrados.

-**Se repusieron LE y AU en fallas de parcelas** (en SECTOR 1 Y 2)

-**Se plantaron 20000 NI en las franjas de leña en bosquetes** (sup total área franjas, 30ha). La plantación se hizo en islas de 30 pl alrededor de un punto central, buscando plantas nodriza.

Ávila M. 2020. Informe Técnico Proyecto “Plan de restauración ambiental y monitoreo ambiental del incendio de Ruca Choroy”. Expediente N° 4352-000299/14. Ministerio de Producción y Turismo. 21 de octubre de 2020

-Informa cierre de protección en plantación NI de 30 ha en las franjas donde en verano se sacó leña. **La plantación fue realizada en invierno de 2019.**

-Se forestó en franjas de leña con cuadrillas de mujeres locales, **un total de 5781 pl NI a RD y tubetes** provenientes de vivero Puel.

ANEXO II: Listado de actividades realizadas para la presente evaluación

INFORME DE ACTIVIDAD	HORAS CAMPO	HORAS GABINETE	GRUPO DE TRABAJO
10/9/2023 Reunión en Rucachoroi con todos los actores involucrados para presentar los objetivos del trabajo, informar las acciones a realizar, y acordar consensos de trabajo y colaboración durante los relevamientos		4	Tesista y técnicos INTA AER SMA, personal de la CIP, técnica forestal de la Dirección de Bosques, recorredores de la comunidad AIGO, estudiantes de la tecnicatura en RRNN de la comunidad, personal del vivero de Rucachoroi
20/10/2022 Se realizó un recorrido por el terreno en la zona incendiada. El grupo de trabajo estuvo conformado por miembros de la comunidad; personal de la CIP, Dirección de Bosques y de INTA AER SMA. De esta manera se inician tareas enmarcadas en la evaluación del Proyecto de Restauración.	6	10	Tesista y técnicos INTA AER SMA, personal de la CIP, técnica forestal de la Dirección de Bosques, recorredores de la comunidad AIGO, estudiantes de la tecnicatura en RRNN de la comunidad
26/10/2022 La tesista se reunió con la técnica forestal Margarita Avila, para recopilar la información sobre las plantaciones realizadas en el Plan de Restauración. Además se iniciaron tareas de observación de puntos en sitios quemados en una recorrida de campo hasta ladera alta.	6	5	Tesista y Técnica forestal de la dirección de bosques
3 y 4/11/2022 Las actividades de estos días se realizaron por equipos; relevamiento de parcelas en sector 2. En parcelas el día 2-11 la tesista relevó 4 parcelas con cerramientos en ladera baja, correspondientes al sector de dominancia de ñire. La acompañaron estudiantes de la tecnicatura en recursos naturales; Se relevaron 4 parcelas. El día 3-11 en compañía de la técnica Margarita Avila y Yanet se realizó un total de 11 parcelas.	16	8	Tesista y técnicos INTA AER SMA, personal de la CIP, técnica forestal de la Dirección de Bosques, recorredores de la comunidad AIGO, estudiante de la tecnicatura en recursos naturales de la comunidad
14 y 15/11/2022 Levantamiento de puntos en transectas. Se recorrieron áreas altas del nordeste del sector, en límites con bosques de lenga en altura, hasta puesto junto al encuentro de dos arroyos caudalosos. Se identificaron en media ladera, 3 clausuras contiguas plantadas con lenga. También hacia el lado oeste del quemado, en sitios con bosques puros de pehuén, se geoposicionaron puntos dentro y fuera del sector quemado. Se parcelas de LE, puntos de cruce de alambrado perimetral.	16	8	Tesista y técnicos INTA AER SMA
17/11/2022 Se continuaron con las actividades de relevamiento de transectas, evaluando el estado de la vegetación en base a cobertura, regeneración, usos y erosión en cada punto.	8	50	Tesista y técnicos INTA AER SMA
18/11/2022 Reunión de trabajo en AER con técnicos forestales Ricardo Luna, Margarita Avila y grupo INTA para estimación presupuestaria y coordinación de actividades durante el verano.		2	Tesista y técnicos INTA AER SMA, técnicos forestales dirección de bosques
1/12/2022 Salida a campo tesista y equipo AER INTA junto a referente forestal y personal de la CIP (Ricardo Luna, y Rivera), para evaluación de cerramientos en parcelas de clausura sobre bosques quemados de lenga. Se visitaron unas 6 parcelas observándose cercos caídos, metros faltantes, supervivencia y estado de plantas de lenga plantadas.	6		Tesista y técnicos INTA AER SMA, técnicos forestales dirección de bosques
2/12/2022 Charla sobre Los bosques y la gente, a miembros de la comunidad, técnicos y visitantes del área Rucachoroi, para compartir conceptos de ecología y manejo, y afianzar el vínculo de la comunidad con los técnicos externos. Realizada en el camping del lago, con asistencia de unas 20 personas en total.		8	Tesista y técnicos INTA AER SMA, técnicos forestales dirección de bosques
5 y 6/12/22 Relevamiento de parcelas de ñire, lengas y pehuén. Se seleccionaron aleatoriamente 3 parcelas de cada especie para recorrer y tomar datos sobre la cobertura en el interior y exterior de las mismas empleando transectas internas y externas a la clausura. Se registraron la cantidad de vástagos en pie, rebrotes, estado de plantas plantadas, estado de cerramientos.	16	2	Tesista y técnicos de INTA SMANDES y técnico de Campo Forestal INTA (Campo Anexo San Martín)
7/12/2022 Levantamiento de puntos finales para trabajo de cobertura en transectas. Revisita de parcelas en ladera baja y media para recolectar datos.	10	2	Tesista y técnicos de INTA SMANDES y técnico de Campo Forestal INTA (Campo Anexo San Martín)
4 y 5/01/23 Geoposicionamiento de puntos en el sector 3. 4/12: se recorrió el sector 3 relevando puntos para posicionamiento de cursos de agua, límites del quemado con gps, cauces y alambrados. 5/1: personal de la CIP; acompañó al equipo técnico para reconocer el sitio dónde se realizó una plantación abierta (LE_A). Se recorrió el mismo de Este a Oeste observando la supervivencia de plantas, anotando registros para planificar en próxima visita el relevamiento de datos correspondiente.	10	5	Tesista y técnicos INTA AER SMA, personal de la CIP
30, 31/01 Y 01/02 Relevamiento en sector NI_A. Se realizaron 3 parcelas abiertas (sin clausura) de 30x30m contabilizando la supervivencia de plantas de lengas. También se relevó el denominado "sector 4", dónde se registró un sitio de regeneración natural de lengas y pehuén (LE_RN). Se finalizó el recorrido para relevar el perímetro del incendio con gps.	30	5	Tesista y técnicos de INTA SMANDES y técnico de Campo Forestal INTA (Campo Anexo San Martín)
15/2/2023 Recorrida y levantamiento de puntos en sector extremo NE del incendio (zona zuangulo). Revisita a parcelas de pehuén y lengas para medición de alturas de plantas en parcelas. Intercambio técnico con el investigador Javier Sanguinetti de la APN, especialista en bosques de pehuén.	8	2	Tesista y técnicos de INTA SMANDES y técnico de Campo Forestal INTA (Campo Anexo San Martín)
27/4/2023 Recorrida y relevamiento de plantas de lenga sobrevivientes a 2023 en sector LE_A	8	4	Tesista y técnicos de INTA SMANDES
7/5/2023 Recorrida de relevamiento en sector de NI_A para recuento de plantas presentes. Recorrida por parcelas de ñire (en ladera baja), y lenga (en ladera alta), para determinación de distancia entre plantas presentes.	8	4	Tesista y técnicos de INTA SMANDES
	148	119	

Planilla de campo para relevamiento de supervivencia y estado de plantas plantadas, en parcelas con clausura

FECHA 3/11
 EQUIPO: MARGA AVILA, VANET HUINCA, HESLIE VORBAPEN
 NOVIEMBRE

PARCELA	ESPECIE	ALTURA (cm)	DIAM. CUELLO (cm)	EST. SANITARIO	OBS.
5	NIRE	65	2	Bueno	Mch. Arroyo
5	NIRE	120	2,4	Bueno	"
5	NIRE	90	1,9	Bueno	"
5	NIRE	34	1,6	Bueno	4 No hecho porfolio - hoy present
5	NIRE	32	1,1	Bueno	"
5	NIRE	84	1,9	Bueno	4
6	NIRE	69	1,6	Bueno	
6	NIRE	33	1,9	Bueno	
6	NIRE	58	1,3	Bueno	
6	"	105	2,5	Bueno	Arroyo de Pucuno
6	"	106	2,3	Bueno	
6	"	123	2,1	Bueno	
7	"	83	1,7	Bueno no to Puc.	
7	"	63	1,4	Bueno	
7	"	74	1,6		
7	"	1,80	3	Bueno	
7	"	1,26	2,8	Bueno	
7	"	40	1,5	Bueno	
8	leño	60	1,9	Bueno	Rancho / bifurcación
8	leño	55	2,3		oleo leño puc + leño
8	leño	18	1,6		
8	"	56	2,6		ex IEDM
8	"	83	3,2	hif	
8	"	61	3,2		
8	"	100	3,2		
8	"	100	3,3		Bueno - puc 8
8	"	84	3		
8	"	58	2,5		transsecta
8	"	50	1,4		
8	leño	32	2,13		
8	leño	33	2,14		
10	leño	93	3,6		
10	"	50	2,2		
10	"	117	3		
10	"	124	2,7		
10	leño	126	3,2		
M	leño	75	3,3		
M	leño	87	3		
M	"	71	2,9		
M	"	68	3,5		
M	"	118	3,5		
M	leño	79	3		

Planilla de campo para relevamiento de supervivencia y estado de plantas plantadas, en parcelas sin clausura

ABRIL 23

27/04
PL-NF-LW

TRANSECTA N°
IV / NF / MACIZO LENGAS Sector III / 27-04-2023

TRS. N°	gps inicio	gps fin	CANTIDAD DE PLANTAS	OBS
1	179	180	#### □ (5)	① 54 Zona y caña parcela aborrotal de frente ser ↓
2	181	182	□ □ □ (13)	inicio bosque. muestra de suelo rendida media ↓ caña + estado muertos ① 58
3	183	184	□ □ (8)	protugas aparecen entre cañas son irregulares la presencia
4	185	186	□ 1 (6)	① 59 suelo y troncos fin sobre rito
5	187	188	□ □ □ (13)	suelo con caña quemada ser
6	189	190	□ □ □ □ □ □ - (36)	① 61 LE comoneadas termina en bosque rito LE
8	191	192	□ □ □ □ (19)	

* Suelo

190 machon LE rito con caña

Planilla de campo para relevamiento de supervivencia y estado de plantas en plantaciones abiertas

W PL NE FL **Maíz de plantación de Lengas** - Parcela sin densura - Parcela abierta

PARC	ESPECIE	ALTURA MAX	DIAM CUELLO	EST SANIT	OBSERVAC
30-1	MAÍZO LE	125	55mm	SANO	Ranunculada
②	LE 007	45	16mm	"	"
③	LE	79	21	"	Ranunculada
④	LE	78	18	"	Ranunculada entre cañas
⑤	LE	59	16	E	" hojas con manchas blancas y mordidas
⑥	LE	150	22	S	" sobre cañas protegida por varas largas
1	LE 008	75	23	S	
2	LE 016	64	13	S	En sta de LE de regeneración 7 LE totalmente folio LE 010 y 3 LE reanatural. Todas ranunculadas.
3	LE	80	26	S	"
4	LE	124	49	S	"
5	LE	27	21	S	"
6	LE	23	20	S	" Están en 6m ² todos los LE de esta medición
1	SUBA LE 009	55	16	S	Ranuncio zona de + caña + tronco
2	LE 017	47	15	S	"
3	"	33	14	S	"
4	"	42	14	S	"
5	"	66	8	S	"
6	"	68	16	S	"

Planilla de campo para relevamiento de supervivencia y estado de plantas plantadas en parcelas con clausura

NOVIEMBRE

X

o Punto mal tomado

FECHA: 31 de NOVIEMBRE
Clausuras Sector 2

SECTOR / PARCELA	PUNTO DATO GPS			A1 - M2 - B3 COBERTURA		PLANTADAS		REBROTES			ESTABL. NAT		ESTADO CERCO	OBSERVAC	
	NE	NW	SE	SW	INT	EXT	ESP	CANT	NI1 - LE2 - AU3 - OT4	ESP	CANT	ESP			CANT
2 1 N1001	326	327	329	328	1	2	1	48	1	76	4	4	4	cima x 2 (ex N1010)	otros chac y chusquesa y rebrote caña (1) y (ex N1010)
2 2 N1006	330	331	333	332	1	2	1	48	1	55	5	1	1	cima x 2 caña y Laura N1007	caña y Laura N1007
2 3 N1002	335 y 336	338	340	339	1	2	1	10	1	32	4	4	4	cima x 1	4: Laura (ex N1011) cobert ext medio a alta 4: Laura y caña (ex N1012)
2 4 N1003	341	342	344	343	1	2	1	26	1	42	4	3	4	4 rebrote: caña // 4:	4 reb: caña y Laura (1) 4 plant: Laura
2 5 N1004	345	346	348	347	1	2	1	34	1	51	4	2	2	cima x 2 (malla entera pero calda) (ex N1013)	4: Laura (ex N1014)
2 6 N1005	349	350	352	351	1	2	1	27	1	31	4	5	5	cima x 2 (malla entera pero calda) (ex N1014)	4: caña Laura
2 7 N1007	353	354	356	355	2	3	1	34	1	33	4	2	2	cima x 2 entera pero calda	
2 8 LE009	358	359	361	360	3	3	2	143	4	305	4	4	4	primera parcela de lenga en sector dos 4: caña	



Registros fotográficos del relevamiento de parcelas en campo: (A) geoposicionamiento de esquinero NE en cerramiento (actividad realizada junto a estudiantes de la tec. en RR NN y pobladores de la comunidad local). (B) y (C) levantamiento de datos de cobertura de suelo y altura de rebrotes de cepas de ñires. (D) registro de altura de plantas plantadas de lengas en parcelas. Fotos: L. B. Vorraber y N. Furlan

ANEXO IV: Listado de plantas informadas por la CIP

FECHA	PROCEDENCIA	ENVASADO	CANTIDAD	ESPECIE
8/6/2016	Vivero Puel	Tubete	4000	Lenga
22/6/2016	Vivero Puel	Tubete	500	Araucaria
22/6/2016	Vivero Puel	Tubete	4000	Lenga
8/6/2016	Vivero Puel	Tubete	600	Lenga
7/6/2016	Vivero Puel	Tubete	500	Lenga
11/10/2017	Vivero Puel	Tubete	17000	Lenga
1/11/2018	Vivero Puel	En cartucho	5000	Lenga
1/10/2019	Vivero Puel	Raíz Desnuda	700	Ñire
1/10/2019	Vivero Puel	Tubete	1000	Ñire
30/9/2019	Vivero Puel	Tubete	1000	Ñire
30/9/2019	Vivero Puel	Tubete	1000	Ñire
19/9/2019	Vivero Puel	Tubete	2300	Ñire
19/9/2019	Vivero Puel	En barbecho	2000	Ñire
25/9/2019	Vivero Puel	Tubete	1000	Ñire
24/9/2019	Vivero Puel	Tubete	1000	Ñire
TOTAL			41600	

- Á Se plantó un total de 55.000 pl aproximadamente. Las plantas que no están registradas en los remitos informados por CIP fueron obtenidas del vivero de Rucachoroi (com. pers. M. Ávila)

ANEXO V: Distanciamiento medio de plantas

Distanciamiento medio original de las plantas para las parcelas evaluadas. En la tabla se detalla el número de observaciones realizadas (N° OBS) para las distancias (m) de plantación verificadas entre plantas presentes dentro de cada parcela, y la distancia promedio (DIST X) para cada grupo de parcelas (LE, AU+LE y NI). En la columna MEDIA sp se registra el dato promedio de la distancia de plantación para cada parcela. Para parcelas de LE, la MEDIA sp fue de 1.53m entre plantas, para parcelas de AU+LE, la MEDIA sp fue de 1.49 y para parcelas de NI, la MEDIA sp fue de 3.16m.

DATOS PARCELAS		DISTANCIA ENTRE PLANTAS PLANTADAS (n° plantas, dist en m)									
		1	1.5	2	2.5	3	4	N° OBS	DIST X	MEDIA sp	1 DS
001	LE	8	1	0	0	2	0	11	1.41		
002	LE	13	3	1	0	5	0	22	1.57		
003	LE	29	0	19	0	7	0	55	1.60	1.53	0.10
004	AU + LE	5	5	6	0	0	0	16	1.53		
005	AU + LE	5	0	8	0	0	0	13	1.62		
006	AU + LE	1	2	0	0	0	0	3	1.33	1.49	0.14
007	NI	0	0	0	0	5	4	9	3.44		
008	NI	0	0	0	2	3	4	9	3.33		
009	NI	0	0	1	1	3	0	5	2.70	3.16	0.40

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

1. Supervivencia según especie y protección

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SUPERV ACT/ORIG	25	0,63	0,58	51,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,25	3	0,08	12,17	0,0001
TRATAM(SP)	0,25	3	0,08	12,17	0,0001
Error	0,14	21	0,01		
Total	0,40	24			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,13565

Error: 0,0069 gl: 21

TRATAM(SP)	Medias	n	E.E.
NI	0,30	8	0,03 A
AU+LE	0,18	3	0,05 A B
LE	0,09	6	0,03 B
LE A	0,07	8	0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

2. Tamaño de plantas

2.1 Altura

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA	137	0,26	0,24	44,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	45337,02	4	11334,26	11,89	<0,0001
TRATAM (SP)	45337,02	4	11334,26	11,89	<0,0001
Error	125848,72	132	953,40		
Total	171185,74	136			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=25,31407

Error: 953,3994 gl: 132

TRATAM (SP)	Medias	n	E.E.
LE	84,92	24	6,30 A
NI	82,41	56	4,13 A
LE_A	68,89	18	7,28 A B
AU	47,66	32	5,46 B C
LE RN	23,14	7	11,67 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

2.2 Diámetro

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAM CUELLO	83	0.25	0.23	35.33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15.12	2	7.56	13.22	<0.0001
TRATAM (SP)	15.12	2	7.56	13.22	<0.0001
Error	45.78	80	0.57		

Total 60.90 82

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,50038

Error: 0,5722 gl: 80

TRATAM (SP)	Medias	n	E.E.	
LE	2.78	24	0.15	A
LE_A	2.13	18	0.18	B
NI	1.78	41	0.12	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

2.3 Diámetro² x altura

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAM2xALT	98	0,15	0,13	131,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4949038,90	2	2474519,45	8,29	0,0005
TRATAM (SP)	4949038,90	2	2474519,45	8,29	0,0005
Error	28354003,85	95	298463,20		
Total	33303042,75	97			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=342,06438

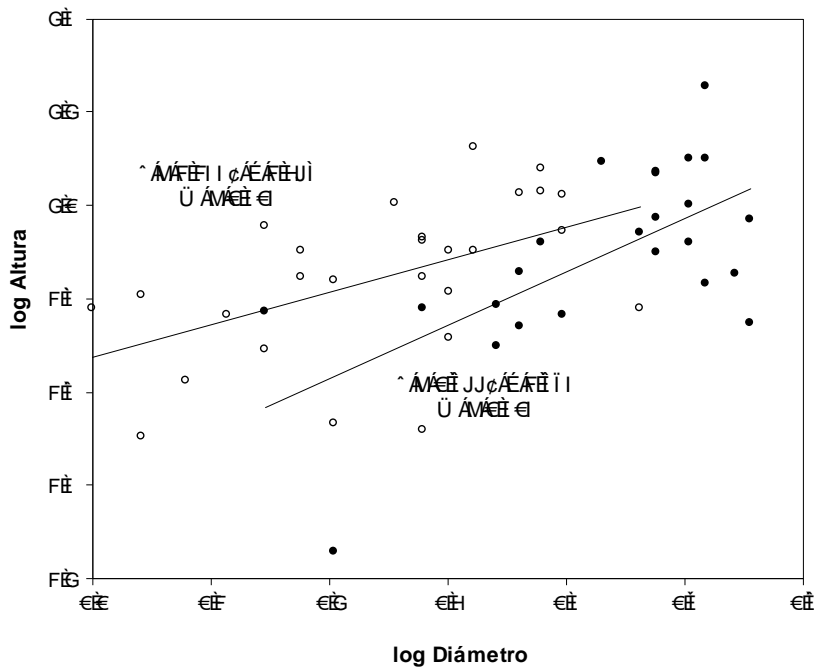
Error: 298463,1984 gl: 95

TRATAM (SP)	Medias	n	E.E.	
NI	226,70	56	73,00	A
LE_A	567,70	18	128,77	A B
LE	740,56	24	111,52	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Análisis de regresión		LENGA			
log altura=1.39815109733991+1.14374347006209log diam					
log altura en función de log diam					
Estadísticas de regresión					
Ordenada al origen <i>a</i>	1.3982				
Coefficiente de regresión <i>b</i>	1.144				
Coefficiente de correlación	0.636				
Coefficiente de determinación <i>r</i>	0.4044				
Error standard	0.04				
Observaciones (N)	24				
Análisis de Varianza					
	GL	SC	CM	F	F crítico
Regresión	1	0.36	0.3636	14.9	0.0008
Residuos	22	0.54	0.0243		
Total	23	0.90			
Significancia de la regresión y límites de confianza					
a =		0.05	0.01	0.001	
SIGNIFICANCIA DE <i>b</i> (prueba t)					
Estadístico t	3.87	2.07	2.82	3.79	
<i>b</i> es significativo al	99,9%	***			
LIMITES DE CONFIANZA DE <i>a</i> y <i>b</i>					
<u>pendiente <i>b</i></u>					
<i>S_b</i>	0.296				
Intervalo		0.614	0.834	1.122	
Lím. Inferior, LC1		0.530	0.310	0.022	
Lím. Superior, LC2		1.757	1.978	2.266	
<u>ordenada al origen <i>a</i></u>					
Lím inferior, LC1		1.663	1.758	1.882	
Lím. Superior, LC2		1.134	1.039	0.914	

Contraste entre regresiones ($H_0 = b_1 - b_2 = 0$; $H_0 = a_1 - a_2 = 0$)				
LENGA vs NIRE				
	a =	0.05	0.01	0.001
Pendiente b: estadístico t	0.040	2.01	2.68	3.50
b es significativo al	NS			
ordenada a: estadístico t	-2.100			
a es significativo al	95%			



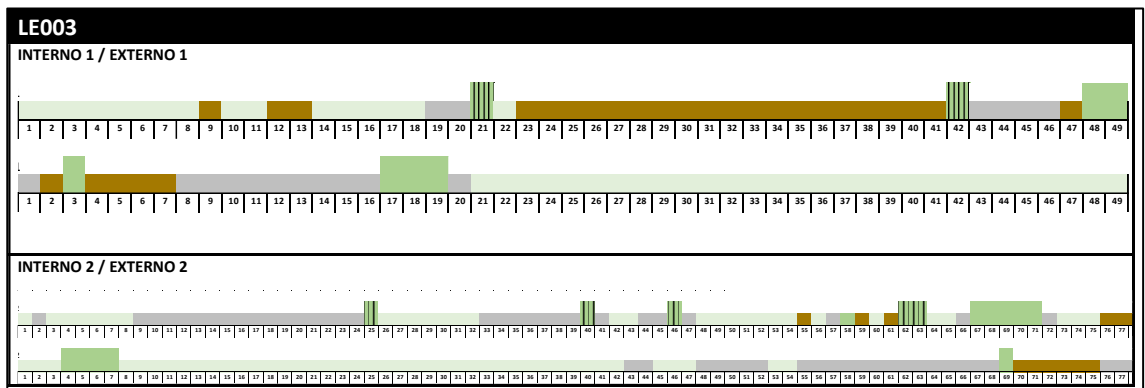
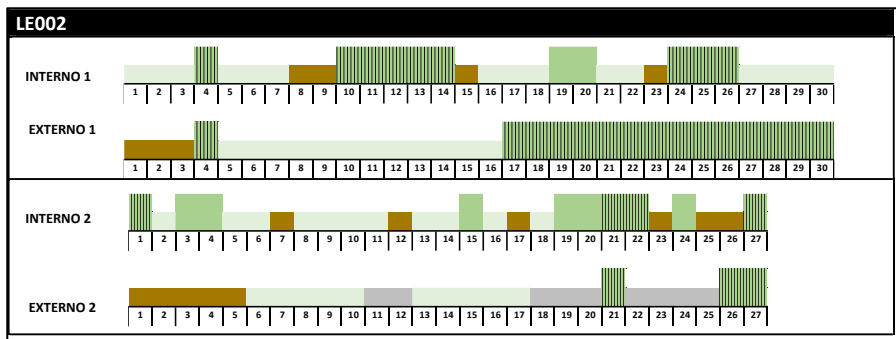
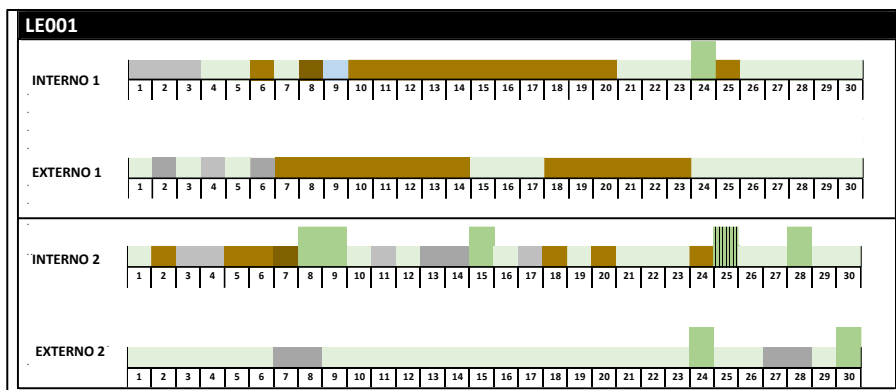
Obs: símbolos llenos, LE; símbolos vacíos, NI

Análisis de regresión lineal NIRE					
log altura=1.67439132196264+0.698626518243893log diam					
log altura en función de log diam					
ESTADISTICAS DE REGRESION					
Ordenada al origen <i>a</i>	1.6744				
Coefficiente de regresion <i>b</i>	0.699				
Coefficiente de correlacion	0.6354				
Coefficiente de determinación r	0.4037				
Error standard	0.0334				
Observaciones (N)	29				
Análisis de varianza					
	GL	SC	CM	F	F crítico
Regresión	1	0.37	0.3658	18.3	0.0002
Residuos	27	0.5	0.0200		
Total	28	0.91			
Significancia de la regresión y límites de confianza					
	a =	0.05	0.01	0.001	
SIGNIFICANCIA DE <i>b</i> (prueba t)					
Estadístico t	4.28	2.05	2.77	3.69	
<i>b</i> es significativo al 99,9% ***					
LIMITES DE CONFIANZA DE <i>a</i> y <i>b</i>					
<u>pendiente <i>b</i></u>					
<i>S_b</i>	0.163				
Intervalo		0.335	0.453	0.603	
Lím. Inferior, LC ₁		0.363	0.246	0.096	
Lím. Superior, LC ₂		1.034	1.151	1.302	
<u>ordenada al origen <i>a</i></u>					
Lím inferior, LC ₁		1.747	1.772	1.805	
Lím. Superior, LC ₂		1.602	1.576	1.544	

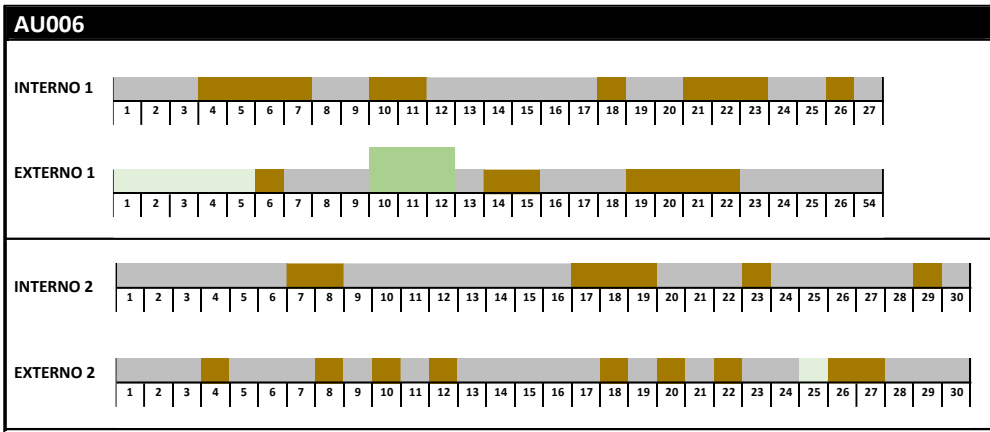
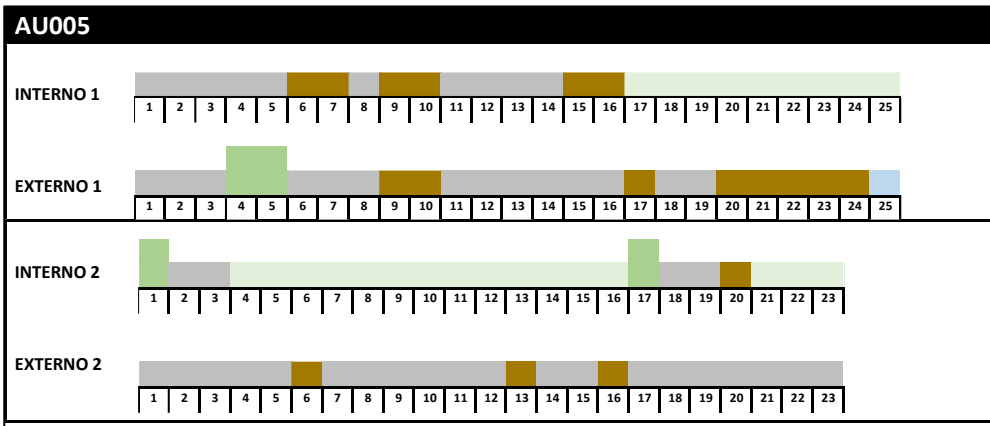
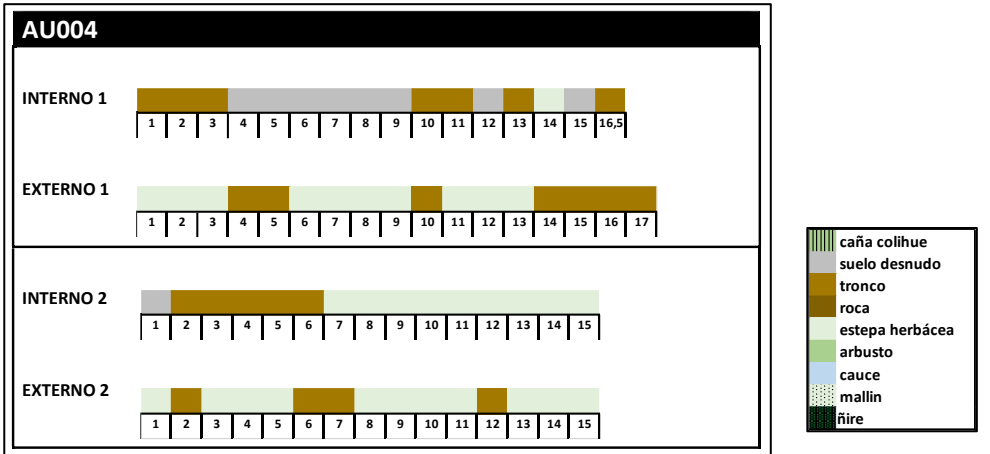
ANEXO VII: Datos de cobertura de suelo para parcelas seleccionadas

Diagramas de análisis para cobertura de suelo en parcelas con cerramientos de lenga, ñire y pehuén/lenga. Realizados en base a la metodología de estudio para la vegetación propuesta por Mateucci y Colma (1982).

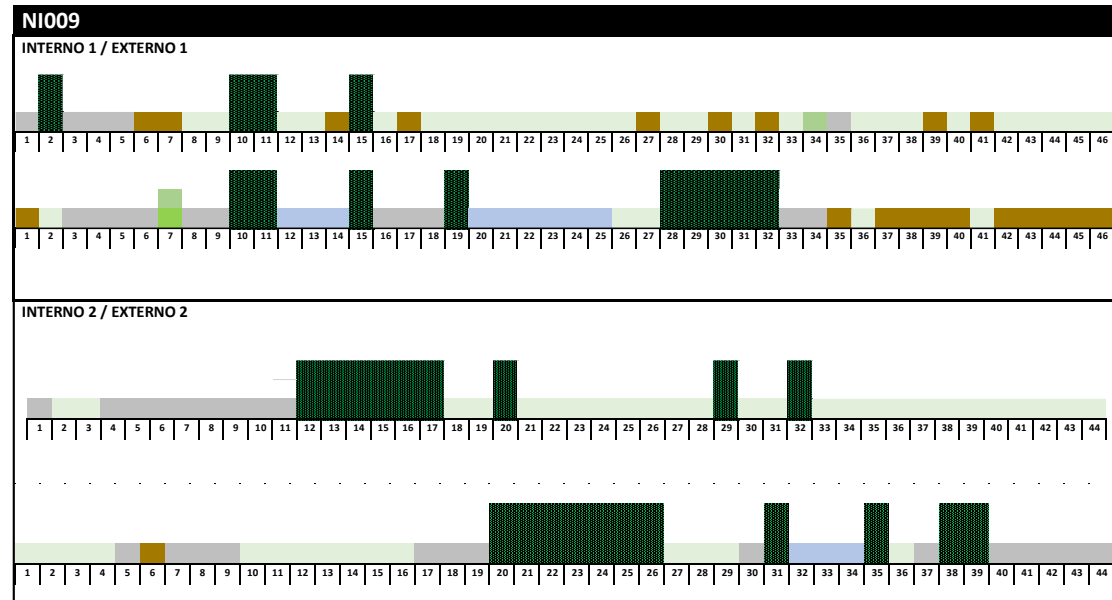
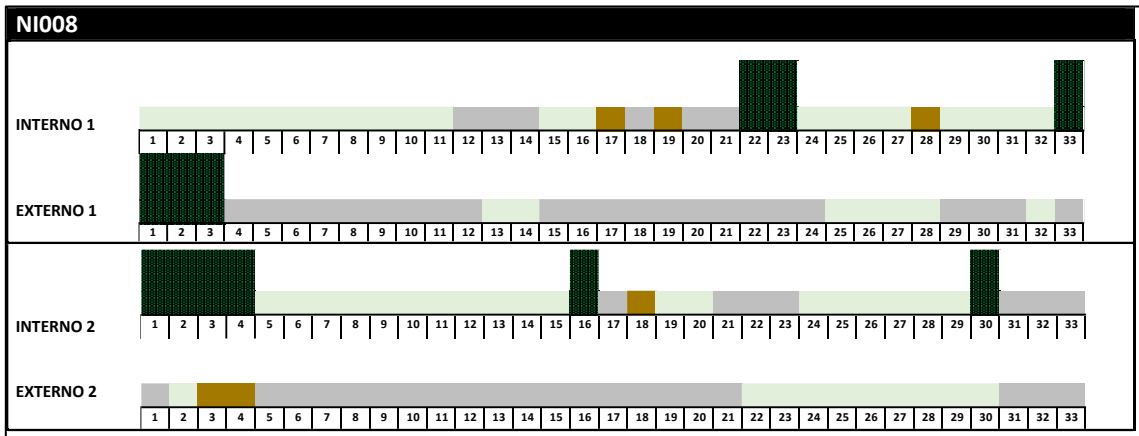
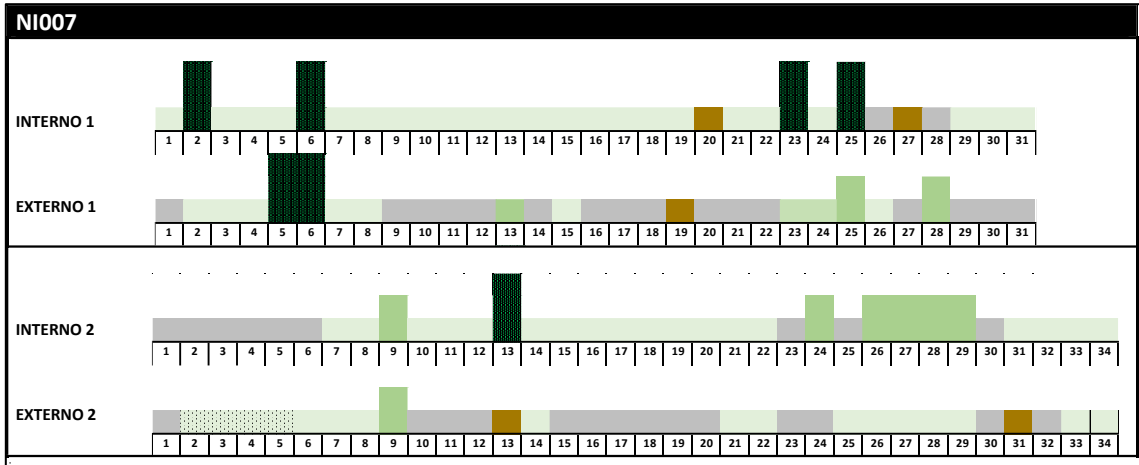
PARCELAS DE LENGA



PARCELAS DE PEHUÉN Y LENGUA



PARCELAS DE ÑIRE



BIBLIOGRAFÍA

Aizen, M. 2014. Introducción. En: Ecología e Historia Natural de la Patagonia Andina, un Cuarto de Siglo de Investigación en Biogeografía, Ecología y Conservación. Raffaele, de Torres Curth, Morales, Kitzberger (eds.). Fundación de Historia Natural Félix Azara 256pp.

Arana, M., González-Polo, M., Martínez-Meier, A., Gallo, L., Benech-Arnold, R., Sánchez, R., Batlla, D. 2016. Seed Dormancy Responses to Temperature Relate to Nothofagus Species Distribution and Determine Temporal Patterns of Germination across Altitudes in Patagonia. *New Phytol.* 209: 507–520.

Armesto, J., Kalin Arroyo, M., Villagrán, C. (eds.). 1996. Ecología de los Bosques Nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

Ávila, M. 2016. Informe de Inspección, Proyecto: Plan de Restauración Ambiental y Monitoreo en el Área del Incendio de Ruca Choroy. Dirección de Gestión de Bosque Nativo, Provincia de Neuquén. 11 pp.

Ávila, M. 2018. Informe de Inspección, Proyecto: Plan de Restauración Ambiental y Monitoreo en el Área del Incendio de Ruca Choroy. POA II. Dirección de Gestión de Bosque Nativo, Provincia de Neuquén. 6 pp.

Ávila, M. 2020. Informe Técnico, Proyecto: Plan de Restauración Ambiental y Monitoreo en el Área del Incendio de Ruca Choroy. POA III. Dirección de Gestión de Bosque Nativo, Provincia de Neuquén. 6 pp.

Ayesa, J., Barrios, D., Becher, G., Bran, D., Letourneau, F., López, M., Sarmiento, A.; Siffredi, G. 1999. Evaluación de los recursos naturales del área Pulmarí y recomendaciones orientativas para su aprovechamiento sustentable. INTA, E.E.A. Bariloche. Comunicación Técnica RN 54. 131 pp.

Balzarini M., González L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J., Robledo C. 2008. Infostat. Manual del Usuario. Editorial Brujas. Córdoba, Argentina.

Blackhall, M., Raffaele, E., y Veblen, T. 2015. Efectos Combinados del Fuego y el Ganado en Matorrales y Bosques del Noroeste Patagónico. *Ecología Austral*, 25: 1-10. <https://doi.org/10.25260/EA.15.25.1.0.48>

Bormann, F. H., Likens, G. E. 1979. *Pattern and Processes in a Forested Ecosystem*. Springer, Berlin Heidelberg New York, 253 pp. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4612-6232-9>

Buduba, C., La Manna, L., Irisarri, J. 2020. El Suelo y el Bosque en la Región Andino Patagónica. En *Suelos y Vulcanismo: Argentina*, 1st ed; Imbellone, P., Barbosa, O. (eds.). Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo: Buenos Aires, Argentina. 361–390.

CIP. Corporación Interestadual Pulmarí. 2023. Disponible en: <https://www.pulmari.org/> (acceso: 17/08/2023).

Cox, G. 2012. *Viaje en las Regiones Septentrionales de la Patagonia: 1862-1863*. Rafael Sagredo Baeza (ed.). Cámara Chilena la Construcción. Pontificia Universidad Católica de Chile. Dirección de Biblioteca Archivos y Museos, Santiago de Chile c2012. 294pp.

De Paz, M., Gobbi, M., Raffaele, E. 2019. Revisión de las Experiencias de Revegetación con Fines de Restauración en Bosques de la Argentina. *Ecología Austral*, 29: 194–207. <https://doi.org/10.25260/EA.19.29.2.0.689>

Deffosé, G., Urretavizkaya, M.F. 2003. Introducción A La Ecología Del Fuego. En: Kunst, C.R.; Bravo, S.; Panigatti J.L. (eds.) *Fuego en los ecosistemas argentinos*. Ediciones INTA, Cap.2: 17-25.

Del Prado, F. 2020. Informe Técnico Proyecto: Plan de restauración ambiental y monitoreo ambiental del incendio de Ruca Choroy. Corporación Interestadual Pulmarí.

Dentoni M., Cerne, S. 1999. *La atmósfera y los Incendios*. Plan Nacional de Manejo del Fuego. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. 180 pp.

Diario Río Negro. 30 de enero de 2014. Ardieron 3.453 ha. en Ruca Choroi y Ñorquinco. (Disponible en: https://www.rionegro.com.ar/ardieron-3-453-ha-en-ruca-choroi-y-norquinco-MURN_1497415/ acceso 17/08/2023).

Diario El Cordillerano. 22 enero de 2014. Se Queman Bosques Nativos en Neuquén. (Disponible en: <https://www.elcordillerano.com.ar/noticias/2014/01/22/9835-se-queman-bosques-nativos-en-neuquen> acceso: 17/08/2023).

Dimitri, M. 1972. La Región de los Bosques Andino Patagónicos. Sinopsis General. Ed. INTA, Buenos Aires. Colección Científica T. X. 254 pp.

Donoso Zegers, C. 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Ecología Forestal. Santiago, Chile: Editorial Universitaria.

Donoso Zegers, C. 1995. Bosques templados de Chile y Argentina: variación, estructura y dinámica. Estructura y dinámica de los bosques dominados por especies de coníferas. Editorial Universitaria S.A., 3 ed., Santiago de Chile. Cap. XI: 372-386.

DGBN. Dirección de Gestión de Bosque Nativo. 2014. Plan de Restauración Ambiental y de Monitoreo en el área del incendio de Ruca Choroi, Prov. Neuquén. 22 pp.

Drake F., Martín M. A., Herrera M. A., Molina J. R., Drake-Martin F., Martín L. M. 2009. Networking sampling of *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch in Chile and the bordering zone of Argentina: implications for the genetic resources and the sustainable management. *iForest* 2: 207-212. <https://doi.org/10.3832/ifor0524-002>

Ezcurra, C., Premoli, A., Souto, C., Aizen, M., Arbetman, M., Mathiasen, P., Acosta, M. A., Quiroga, P. 2014. Capítulo 1: La vegetación de la región Andino-Patagónica tiene su historia. En: *Ecología e Historia Natural de la Patagonia Andina, un Cuarto de Siglo de Investigación en Biogeografía, Ecología y Conservación*. Raffaele, de Torres Curth, Morales, Kitzberger (eds.). Fundación de Historia Natural Félix Azara. 256pp.

Ferrer, J., Irisarri J. Y Mendía J. 1991. Estudio Regional de Suelos de la Provincia del Neuquén. Volumen 1, Tomo 2, 3, CFI – COPADE. Bs. As. 244 pp.

Ferreira, N., Curruhuinca, Y., Jara, O., Contreras, M. A., Reyes, A., Carpinetto, N., Sanguinetti, J. 2019. Evaluación de la Recuperación del Área Incendiada en Ñorquinco. Parque Nacional Lanín. Informe Parque Nacional Lanín.

Franco M, Mundo. I., Veblen, T. 2022. Burn Severity In Araucaria Araucana Forests of Northern Patagonia: Tree Mortality Scales Up to Burn Severity at Plot Scale, Mediated by Topography and Climatic Context. *Plant Ecology*. <https://doi.org/10.1007/s11258-022-01241-w>

Franco M. 2022. Incendios Forestales en Bosques de Araucaria Araucana: Susceptibilidad de los Diferentes Tipos Forestales a Quemarse y Mecanismos de Retroalimentación Causales de la Recurrencia de Incendios en el Contexto Actual de Cambio Climático. Tesis doctoral para alcanzar el grado de Doctor de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Institución otorgante: Universidad Nacional de La Plata.

Funes, M. C., Sanguinetti, J., Laclau, P., Maresca, L., García, L., Mazzieri, F., Chazarreta, L., Bocos, D., Lavalle, D., Espósito, P., González, A., Y Gallardo, A. 2006. Diagnóstico del Estado de Conservación de la Biodiversidad en el Parque Nacional Lanín: su Viabilidad de Protección en el Largo Plazo: Informe Final. Parque Nacional Lanín, San Martín de los Andes, Pcia. de Neuquén.

Garreaud, R., Boisier, J., Rondanelli, R., Montecinos, A., Sepúlveda, H., Veloso-Aguila, D. 2010. The Central Chile Mega Drought. A Climate Dynamics Perspective. *Int. J. Climatol.* 40: 421–439.

Gianolini, S., Mondino, V., Oyarcabal, M., Urretavizcaya, F., Guzman, M., Guajardo, J. 2022. ID 56: Experiencias de restauración en Lago Cholila: Seis años de actividades comunitarias de restauración postfuego. VI Jornadas Forestales Patagónicas. San Carlos de Bariloche.

Gipoulou, T. 2019. Evaluación del Efecto de la Megasequía sobre el Crecimiento Radial de Individuos de Araucaria Araucana Afectados por Daño Foliar. Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales de la Universidad Austral de Chile para optar al grado de Magíster en Ciencias Mención en Bosques y Medioambiente. Universidad Austral de Chile. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2018/egg514e/doc/egg514e.pdf>

Rovere, A. E., Blackhall, M., Cavallero, L., Damascos, M. A., Grigera, D., Masini, A., Svriz, M., Tercero-Bucardo, N. 2014. Capítulo 8. Conservación y Restauración. En: Ecología e Historia Natural de la Patagonia Andina, un Cuarto de Siglo de Investigación en Biogeografía, Ecología y Conservación. Raffaele, de Torres Curth, Morales, Kitzberger (eds.). Fundación de Historia Natural Félix Azara. 256pp.

Gómez, F. 2023. Servicios Ecosistémicos del Bosque Andino-Patagónico de la Provincia de Chubut: Efectos de la Ganadería Bovina sobre los Recursos Suelo y Agua. Tesis para optar por el grado de Doctor en Biología. Universidad Nacional del Comahue. Centro Regional Universitario Bariloche. <http://rdi.uncoma.edu.ar/>

González M., Veblen T., Sibold J. 2010. Influence of Fire Severity on Stand Development of Araucaria Araucana-Nothofagus Pumilio Stands in the Andean Cordillera of South-Central Chile. Austral Ecol 35: 597–615. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2009.02064.x>

González, M., Veblen, T. 2007. Incendios en Bosques de Araucaria Araucana y Consideraciones Ecológicas al Madereo de Aprovechamiento en Áreas Recientemente Quemadas. Revista Chilena de Historia Natural, 80: 243-253. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2007000200009>

Gowda, J., Gariblandi, L., Pirk, G., Blackhall, M., Chaneton, E., de Paz, M., Diaz, S., Galende, G., Mazía, N., Paritsis, J., Raffaele, E., Relva, M. A., y Sasal, Y. 2014. Capítulo 4. Herbívoros: actores clave. En: Ecología e Historia Natural de la Patagonia Andina, un Cuarto de Siglo de Investigación en Biogeografía, Ecología y Conservación. Raffaele, de Torres Curth, Morales, Kitzberger (eds.). Fundación de Historia Natural Félix Azara. 256pp.

Guzmán, M.; Roveta, R. 2022. ID 178: Implementación de un Plan de Restauración de Bosques y Manejo Post-Fuego en la Provincia de Chubut; Argentina. VI Jornadas Forestales Patagónicas. San Carlos de Bariloche. Pcia. de Río Negro.

GPN. Gobierno de la Provincia de Neuquén. 2021. Ministerio de Producción e Industria. Informe del plan de restauración para la recuperación del Área impactada por el incendio en Quillén 2021/2022.

Heusser, C. 1994. Paleoindians and fire during the late Quaternary in southern South America. *Revista Chilena de Historia Natural*. 67:435–443.

Holl, K. 2023. Introducción a la Restauración Ecológica. (n.p.): Copit-Arxives.

https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/paper/document/paper_08948755_v17_n20_p4099_Rusticucci

Kitzberger, T. 2003. Regímenes de Fuego en el Gradiente Bosque-Estepa del Noroeste de Patagonia; Variación Espacial y Tendencias Temporales. En: Fuego en los Ecosistemas Argentinos. Kunst, C. R., Bravo, S., Panigatti, J. L. (Eds.) Ediciones INTA. 79-92 pp.

Kunst, C., Bravo, S., Panigatti, J. 2003. Fuego en los Ecosistemas Argentinos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ediciones INTA. 332 pp.

Laclau, P., Furlan, N. 2022. ID 76: Degradación Actual de Bosques de Pehuén por uso Pastoril y Extractivo en el Departamento Aluminé, Neuquén. VI Jornadas Forestales Patagónicas. San Carlos de Bariloche, Pcia. de Río Negro.

Laclau, P., Vorraber, L., Furlan, N., Letourneau, F. 2023. Desafíos de la Restauración Post Incendio de Bosques Nativos Patagónicos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. *Presencia* 79: 19-23

La Manna, L., Tarabini, M., Gómez, F.; Noli, P., Vogel, B.; Buduba, C. 2018. Estimación de la Capacidad de Retención de Agua de Suelos Volcánicos en Función de Variables de Fácil Determinación a Campo. *Ciencia del suelo*, 36: 23-29.

López, C. 1996. La Carta de Suelos en Apoyo a la Evaluación del Potencial Forestal de las Tierras de la Región Andina Patagónica Norte. En: Diagnóstico de la severidad de fuego y propuestas de restauración y manejo a nivel predial para áreas afectadas por el incendio de Cholila de 2015. Moscatelli, G, J Panigatti y R Di, Kitzberger, T., Grosfeld, J., Gowda, J., Gonzalez, R., Musso, Iglesias, A., Landesmann, J., Tiribelli, F. (eds.) 2016. 91 pp.

Lopez Espinosa, F. 2018. Informe Técnico y Rendición “Plan de Restauración Ambiental Monitoreo Ambiental del Incendio de Ruca Choroy”. Informe Final Etapa II. Corporación Interestadual Pulmarí.

Matteucci, S. y Colma, A. 1982. Metodología para el Estudio de la Vegetación. Ed. Eva Chesneau. Washington, D.C. 168 pp.

MAyDS. 2017. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos. Informe Región Forestal Bosque Andino Patagónico Segunda revisión. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/segundo-inventario-nacional-bosques-nativos> (acceso: 24/09/2023)

Mermoz, M., Kitzberger, T.; y Veblen, T. 2005. Landscape influences on Occurrence and Spread of Wildfires in Patagonian Forests and Shrub-Lands. *Ecology* 86: 2705–2715. <https://doi.org/10.1890/04-1850>.

Mohr Bell, D. 2015. Informe: Superficies Afectadas por Incendios en la Región Bosque Andino Patagónico durante los veranos de 2013-2014 y 2014-2015. Nodo Regional Bosque Andino Patagónico. SAyDS, CIEFAP. [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/informe_sup_incendios_2014_2015%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/informe_sup_incendios_2014_2015%20(1).pdf) (acceso: 24/06/2023)

Molina, C. 2019. Evaluación de la Influencia del Ganado en la Regeneración de Araucaria araucana (Mol.) K Koch. en el Parque Nacional Nahuelbuta. Tesis de Maestría para obtención del grado de Magíster en Ciencias mención Bosques y Medio Ambiente. Universidad Austral de Chile.

Morello, J., Matteucci, S., Rodriguez A., Silva, M. 2012. Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos Argentinos. FADU-GEPAMA.

Mundo, I. 2011. Historia de Incendios en Bosques de Araucaria Araucana [Molina] K. Koch de Argentina a través de un Análisis Dendroecológico. Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.

Mundo, I., Wiegand, T., Kanagaraj, R., Kitzberger, T. 2013. Environmental Drivers and Spatial Dependency in Wildfire Ignition Patterns of Northwestern Patagonia. *Journal of Environmental Management* 123: 77-8.

Núñez, C. 2021. Fenómenos Naturales, sus implicancias y acciones de prevención: El Caso de la Floración Masiva de una Caña Andina (La Caña Colihue) en la Región Norpatagónica Argentina. *Rev. Esp. Reg.*; 1: 29-42.

Núñez, C., Vidal-Russell, R., Amico, G., Tercero Bucardo, N. 2014. Capítulo 3: Plantas Parásitas y Plantas Nodrizas en la Patagonia. En: *Ecología e Historia Natural de la Patagonia Andina, un Cuarto de Siglo de Investigación en Biogeografía, Ecología y Conservación*. Raffaele, de Torres Curth, Morales, Kitzberger (eds.). Fundación de Historia Natural Félix Azara. 256pp.

Papazian, A. 2021. Una Propuesta Teórico-Metodológica en el Devenir Territorial. Pulmarí y sus Rizomas. *Memoria Americana*, 29 (2), 98-110.

Pastorino, M., Aparicio, A., Azpilicueta, M. M., Rusch, V. 2018. Restauración del bosque quemado del Cerro Otto, Bariloche: un compromiso de hoy con las generaciones futuras. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Presencia* 70: 14-17.

Rabassa, J. 2010. El Cambio Climático Global en la Patagonia desde el Viaje de Charles Darwin hasta Nuestros Días. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 67(1), 139-156.

Raffaele, E., De Torres C.; Morales, C.; Y Kitzberger, T. (eds.). 2014. *Ecología e Historia Natural de la Patagonia Andina, un Cuarto de Siglo de Investigación en Biogeografía, Ecología y Conservación*. Fundación de Historia Natural Félix Azara. 256pp.

Ramírez Collantes, D. 2011. Los Objetos Nodrizas como Refugio y Fuente de Nutrientes: Reflexiones sobre el Establecimiento y Restauración de Cactáceas en Zonas Áridas de la Vertiente Occidental de los Andes. *Ecología Aplicada*, 10(2), 83-86.

Rechene, C. 2000. *Los Bosques de Araucaria araucana en Argentina*. Estudios silvícolas. CIEFAP, Esquel, Chubut, Argentina. 169 pp.

Rechene C., Bava J. y Mujica R. 2003. Estudios Silvícolas y Propuestas para su Conservación y uso en Argentina. En: *Los bosques de Araucaria araucana en Chile y Argentina*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ): Eschborn. Alemania.

Roig, F., Hadad, M., Moreno, C., Gandullo, R. J., Piraino, S., Martínez Carretero, E., González Loyartee M., G. Arco, J., Bendini, M., Boninsegna, J., Peralta, I., Barrio, E., Bottero, R., Patón Domínguez, D., Juaneda, E., Trevizor, T., Duplancic, A. 2014. Hiatos de Regeneración del Bosque de Araucaria Araucana en Patagonia: Vinculaciones al Uso de Tierras y Desertificación Regional. *Zonas áridas*, 15: 326-348.

Rothkugel, M. 1916. *Los Bosques Patagónicos*. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Agricultura y Defensas Agrícolas. Oficina Bosques y Yerbales, Buenos Aires, 2007.

Rovere, A. 2015. Review of the Science and Practice of Restoration in Argentina: Increasing Awareness of the Discipline. *Restoration Ecology* 23: 508–512.

Rovere, A. 2022. Principales hitos de la restauración ecológica y desafíos para los Bosques Andino Patagónicos en la década de la restauración. VI Jornadas Forestales Patagónicas. San Carlos de Bariloche.

Rusch, V., Varela, S. 2019. Bases para el Manejo de Bosques Nativos con Ganadería en Patagonia Norte. Parte I. Ed. INTA, 107 pp.

Rusch, V. E., López, D. R., Cavallero, L., Rusch, G. M., Garibaldi, L. A., Grosfeld, J., y Peri, P. 2017. Modelo de Estados y Transiciones de los Ñirantales del NO de la Patagonia como Herramienta para el Uso Silvopastoril Sustentable. *Ecología Austral*, 27:266–278. <https://doi.org/10.25260/EA.17.27.2.0.240>

Rusticucci, M., Barrucand, M. 2004. Observed Trends and Changes in Temperature Extremes Over Argentina. *Journal of Climate*. 17(20):4099-4107

Sanguinetti, J. 2014. Producción de Semillas de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch Durante 15 años en Diferentes Poblaciones del Parque Nacional Lanín (Neuquén-Argentina). *Ecología Austral*, 24(3): 265-275.

Sanguinetti, J. y García, L. 2001. Floración Masiva de *Chusquea Culeou* en el Parque Nacional Lanín. Eventuales Consecuencias Ecológicas, su Vinculación con las actividades Humanas, y Necesidades de Manejo y Monitoreo. Informe Interno de la Administración de Parques Nacionales, Argentina.

Sanguinetti, J., Didgen, R., Donoso Calderon, S., Gallo, L., Gonzalez, M., Ibarra, T., Ladio A., Lambertucci, S., y Marchelli, P. 2022. Información Científica Clave para la Gestión y Conservación del Ecosistema Biocultural del Pewen en Chile y Argentina. VI Jornadas Forestales Patagónicas. San Carlos de Bariloche. Pcia. de Río Negro. <https://dx.doi.org/10.4067/s0717-92002023000100179>

Sanguinetti, J.: Ditgen, R. S., Donoso Calderón, S. R., Hadad, M. A.; Gallo, L., González, M. E., Ibarra, J. T., Ladio, A., Lambertucci, S. A., Marchelli, P., Mundo, I. A., Nuñez, M. A., Pauchard, A., Puchi, P., Relva, M. A., Skewes, O., Shepherd, J. D., Speziale, K., Vélez, M. L., Salgado Salomón, M. E., y Zamorano Elgueta, C. 2023. Información

Científica Clave para la Gestión y Conservación del Ecosistema Biocultural del Pewén en Chile y Argentina. *Bosque*, 44: 179–190. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002023000100179>

Westoby M., Walker B. y Noy-Meir I. 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Journal of Range Management*, 42: 266-274.

SAyDS. 2007. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Informe Regional Bosque Andino Patagónico. Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas BIRF 4085-AR, 1998-2005. ISBN 978-987-23575-3-5. 84 p. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/primer-inventario-nacional-bosques-nativos> (acceso: 24/06/2023)

Secretaria de Desarrollo Territorial de Neuquén. Documento de Memoria Técnica y Metodológica para el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de la Provincia de Neuquén. Anexo II. 13 p.

Sedrez Dos Reis, M., Ladio, A., Peroni, N. 2014. Landscapes with Araucaria in South America: Evidence for a Cultural Dimension; Resilience Alliance; Ecology And Society; 19 (2): 43-53. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06163-190243>

Shepherd, J. y Ditgen, Rebecca S. 2005. Human Use and Small Mammal Communities of Araucaria Forests in Neuquén, Argentina. *Mastozoología neotropical*, 12(2), 217-226.

SERI. Society for Ecological Restoration. 2004. The Society for Ecological Restoration International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration Tucson, Arizona, USA. <https://www.ser.org/page/about> (acceso: 24/07/2023)

SIB. Sistema de Información de Biodiversidad de la Administración de Parques Nacionales, Argentina. 2023. <https://sib.gob.ar/especies/araucaria-araucana> (acceso 02/08/2023)

Stecher, G. 2012. Los Proyectos de Desarrollo Rural y Forestal en Contextos de Pluriculturalidad. Las Comunidades Indígenas en la Jurisdicción de la Corporación

Interestadual Pulmarí. Provincia de Neuquén, Argentina. *Revista Interações, Campo Grande*, 13(2): 169-180. <https://doi.org/10.1590/S1518-70122012000200004>

Szymański, C. 2012. Evaluación Ambiental y Propuesta de Manejo para el Uso Leñero y Ganadero en un Área de Amortiguación del Parque Nacional Lanín en Tierras de la Comunidad Mapuce Aigo. Tesina para optar al título de Ingeniera en Recursos Naturales Renovables. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo (Mendoza-Argentina). 97 pp.

Turner, M. 2010. Disturbances and Landscape Dynamics in a Changing World. *Ecology* 91:2833–2849. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2307/20788110>

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2023. <https://www.iucnredlist.org/> (acceso: 05/05/2023)

UNEP. United Nations Environment Programme. 2021. *Becoming Generation Restoration: Ecosystem Restoration for People, Nature and Climate*. Nairobi. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/36251/ERPNC.pdf> (acceso: 02/02/2023)

Vargas, O. (Ed.). 2007. *Guía Metodológica para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1442-9993.2010.02236.x>

Veblen, T.T., Burns, B.R., Kitzberger, T., Lara, A., y Villalba, R. 1995. The Ecology of the Conifers of Southern South America. In *Ecology of the Southern Conifers*; Enright, N., Hill, R., (eds.). Melbourne University Press: Melbourne, Australia 120–155.

Vélez M., Salgado Salomón M., Marfetan A., Tirante S., Mattes Fernández H., Ávila, M. 2018. Caracterización Desecación del Dosel y Sanidad de *Araucaria araucana* en Argentina. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14227.78889>

White P., Pickett S. 1985. Natural Disturbance and Patch Dynamics: An Introduction. *Ecol Nat Disturb patch Dyn* 3–13. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-050495-7.50006-5>

Willis, B. 1914. El Norte de la Patagonia: Naturaleza y Riquezas. Scribner Press, New York. vol. 1, pp. vii-xix, 1-500; vol. 2, 11 Mapas.

Yacubson, D. 1967. Administración Nacional de Bosques. Nota Preliminar sobre Siembra Aérea en la Cordillera Patagónica. Dirección de Investigaciones Forestales. Buenos Aires. Argentina.

Zuleta G, Rovere A., Pérez D., Campanello P., Guida Johnson B., Escartín C., Dalmaso A., Renison D., Ciano N., Aronson J. 2015. Establishing the Ecological Restoration Network In Argentina: from Rio1992 to SIACRE 2015. Restoration Ecology 23: 95-103. DOI: <https://doi.org/10.1111/rec.12198>

