Informe Final

“Acciones para fomentar la Integridad Ecológica en la Localidad de Rastrojo”, Comuna de San Javier, Provincia de Linares, Región del Maule

Parcela Piloto en un área afectada por incendios forestales, en el contexto del proyecto “Piloto de Innovación Territorial en Restauración Post-incendio para la Región del Maule 2017-2020 (PYT-2017-0733)”

MARZO 2021

Proyecto Piloto de Innovación Territorial en Restauración Post-incendio, Región del Maule 2017-2020 (PYT 2017-0733).

Este informe fue generado en el marco del proyecto "Piloto de Innovación Territorial en Restauración Post-Incendio para la Región del Maule 2017-2020 (PYT 2017-0733)", que contó con el apoyo financiero de la Fundación para la Innovación Agraria (FÍA) y fue ejecutado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) bajo la coordinación de la Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal y la Oficina Provincial de Linares.

Responsables técnicos del proyecto en CONAF:
Andrés Meza A. (Coordinador del proyecto)
Eduardo Jara V. (Coordinador alterno)
Bárbara Arias R. (Profesional Técnico)

Responsable del Informe Técnico
Pedro Garrido Vásquez
Ing. Agrónomo. Dipl. en Gestión Ambiental
Magíster en Gestión Ambiental Territorial
Profesor Asociado, Centro de Geomática
Universidad de Talca
Consultor en Flora y Fauna Silvestre
E-mail: pgarridovasquez@gmail.com

INDICE

	Páginas
1. Introducción	4
2. Antecedentes generales	5
3. Objetivo general	5
4. Objetivos específicos	5
5. Metodología	5
5.1. Área de estudio	5
5.2. Antecedentes bibliográficos de la vegetación	7
5.3. El paisaje de Rastrojos	9
5.4. Caracterización florística: métodos de muestreo	13
5.5. Abundancia relativa de flora	14
5.6. Origen biogeográfico	15
5.7. Estado de conservación	15
5.8. Criterios e indicadores de Monitoreo	17
6. Resultados	19
6.1. Descripción del sitio de intervención	19
6.2. Acciones para mejoramiento de la integridad ecológica	28
6.3. Ecosistema de referencia	34
6.4. Propietarios y Accesibilidad	36
6.5. Grado de perturbación y potencial ecológico	36
6.6. Diseño de plantación	39
6.7. Diseño e instalación de artificios	40
6.8. Monitoreo de componente flora	43
6.9. Monitoreo componente fauna	48
7. Bibliografía	55
8. Anexos	59
Anexo 1. Tabla 1. Taxonomía, forma de crecimiento y hábito, flora Parcela	59
Anexo 2. Tabla 2. Taxonomía, origen, carácter invasor y conservación flora	61
Anexo 3. Tabla 3. Taxonomía, forma crecimiento y hábito ecosistema referencia	63
Anexo 4. Tabla 4. Taxonomía, origen, carácter invasor y conservación flora	65
Anexo 5. Tabla 5. Carta de autorización de uso de predio	67
Anexo 6. Tabla 6. Antecedentes ubicación de artificios para aves	68
Anexo 7. Registro fotográfico implementación acciones agosto y septiembre 2020	69
Anexo 8. Registro fotográfico sanidad e integridad física	72
Anexo 9. Registro fotográfico ocupación de artificios	73

1. Introducción

El presente documento, corresponde al "Informe Final", de las acciones y actividades complementarias de "Integridad Ecológica en la Localidad de Rastrojos", efectuadas en el marco del proyecto "Piloto de Innovación Territorial en Restauración Post-Incendio para la Región del Maule 2017-2020" (PYT-2017-0733) CONAF/FIA.

El trabajo, tuvo como objetivo "Implementar actividades para mejorar la integridad ecológica en un área de la localidad de Rastrojos", las que se han centrado en los aspectos: Enriquecimiento con especies nativas al interior de una Parcela Piloto y Manejo de Hábitat de Fauna a escala de sitio a través de la instalación de artificios como Perchas y Casas Anideras.

Luego de la implementación de las acciones y manejos, efectuadas entre agosto y septiembre de 2020, se efectuaron 2 Monitoreos con frecuencia trimestral (diciembre 2020 y febrero 2021), con la finalidad de evaluar los resultados, a través de la selección de variables indicadoras enfocadas en dos componentes: Flora nativa, con los indicadores Sobrevivencia de plantas (establecimiento), Crecimiento (altura), Estado Sanitario (marchitamiento, clorosis) e Integridad Física (daño mecánico, herbivoría y quemaduras de sol) y luego Fauna Nativa a través de los indicadores Ocupación de casas anideras y Uso de Perchas para aves dispersoras de semillas.

En función de lo anterior, el presente informe, reúne los principales resultados de este trabajo, que incluye los períodos tanto de implementación como de monitoreo, para evaluar las acciones efectuadas en el contexto de la Restauración y Manejo de Hábitat de fauna, con la finalidad de mitigar amenazas críticas que dificultan los procesos de recuperación de un ecosistema que, para este caso, ha sido severamente dañado o alterado desde hace décadas (Andel & Aronson, 2006).

El sitio de estudio, se inserta en un área afectada por los incendios forestales de 2017, pero aún mantiene fragmentos de bosques caducifolios y esclerófilos remanentes, que fueron identificados como potencial "corredor biológico" para la biodiversidad local (Véliz, 2019) y de acuerdo a inventarios actualizados de flora y fauna, exhiben una condición de potencial hábitat que es factible de recuperar.

2. Antecedentes generales

Nombre del Área de Estudio : Quebradas Sector de Rastrojo
Sector : "Rastrojo"
Comuna : San Javier
Provincia : Linares
Región : Del Maule
Organización responsable : CONAF, Oficina Provincial Linares.
CONAF, Dirección Nacional, Santiago.

3. Objetivo general

Implementar actividades para mejorar la integridad ecológica en un área de la localidad de Rastrojos

4. Objetivos específicos

4.1. Evaluar y seleccionar 3 áreas de interés para conservación ecológica
4.2. Describir y priorizar un sitio que será objeto de intervención
4.3. Implementar acciones destinadas a mejorar la integridad ecológica
4.4. Definir los indicadores para monitorear y evaluar resultados

5. Metodología

5.1 Área de Estudio: Localización de Rastrojos

El área de estudio corresponde a la localidad de "Rastrojos", zona rural de la comuna de San Javier, provincia de Linares, Región del Maule (Figura 1). De acuerdo a CONAF (2020a) tiene una superficie de 1.834,28 hectáreas y se encuentra inmersa dentro de una zona rural que posee campos agrícolas de pequeños propietarios, áreas con matorral, bosque nativo y plantaciones forestales. Agroclimáticamente, se ubica en el denominado "secano interior", unidad morfoestructural que se presenta como un cordón montañoso accidentado que se orienta en sentido norte-sur y que corresponde a la vertiente oriental de la cordillera de la costa, donde domina una topografía de cerros y lomas, en algunos casos con pendientes pronunciadas y zonas bajas y planas que se asocian principalmente a cursos de agua o sitios de inundación invernal (Plan Regulador Comunal, San Javier s/f). En estas condiciones, la oscilación térmica es alta, con temperaturas máximas de verano que oscilan entre 29-30° y un período de sequía que se prolonga entre 6 y 7 meses (Del Pozo & Del Canto, 1999). En estas zonas, el sistema tradicional de agricultura se ha basado durante décadas, en una rotación de praderas naturales y trigo, debido al cual, el suelo se ha deteriorado enormemente (Del Pozo & Del Canto, 1999). En términos hidrológicos, Rastrojo forma parte de la cuenca del río Purapel, la que abarca una superficie 274,4 km² (AGRIMED, U. Chile).

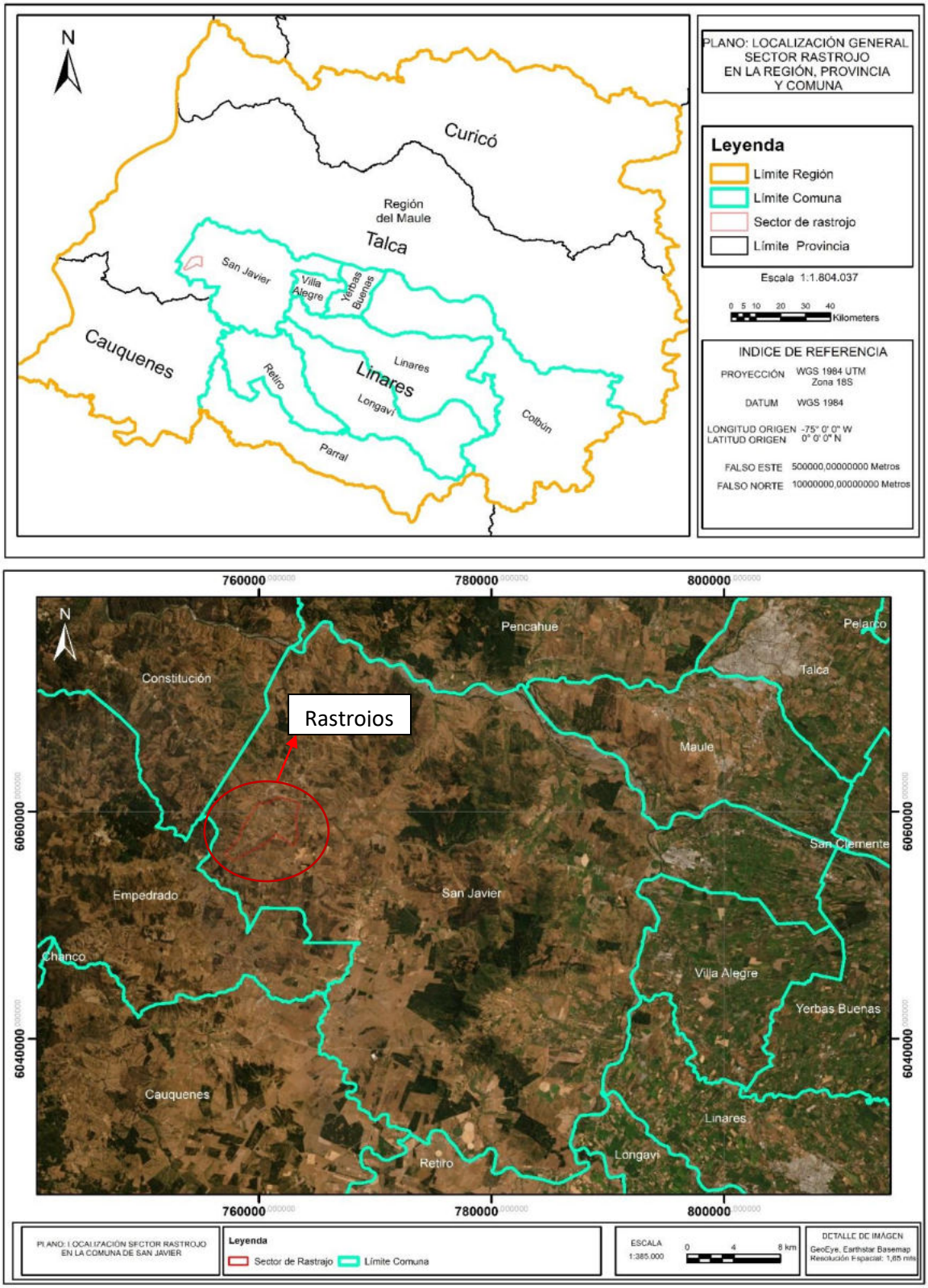


Fig. 1. Localización del área de estudio, se indica en círculo de color rojo.

5.2. Antecedentes bibliográficos de la vegetación

Tienen por objetivo establecer el marco biogeográfico del área de estudio y para ello se utilizaron los trabajos de Gajardo (1993) en la "Vegetación Natural de Chile" y de Luebert y Pliscoff (2006), en su "Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile".

Regiones, Subregiones y Formaciones Vegetales

El área de estudio se emplaza según Gajardo[1], en la **Región del Bosque Caducifolio**, la cual se extiende desde los 33° hasta los 41° de latitud sur en un territorio bajo clima templado con sequía estival breve. La característica esencial que distingue a esta región es la presencia en la estrata arbórea de las especies del género *Nothofagus*.

El sector de Rastrojo, por la posición latitudinal y fisiográfica, corresponde a la **Sub-región del Bosque Caducifolio Montano**, que se ubica como límite superior de las situaciones más favorables del bosque esclerófilo y siempre desarrollado en altitud, tanto en la Cordillera de los Andes como en la Cordillera de la Costa.

La Formación es el **Bosque Caducifolio Maulino**, la cual comprende los bosques de hualo (*Nothofagus glauca*) presentes en la Cordillera de la Costa y que ha sido fuertemente reemplazada por plantaciones de *Pinus radiata*.

Pisos Vegetacionales[2]

De acuerdo a la clasificación de los Pisos Vegetacionales de Luebert y Pliscof (2006), el área de estudio se emplaza en lo que correspondería a dos **Pisos Vegetacionales: el Bosque Caducifolio Mediterráneo Costero de *Nothofagus glauca* y *Persea lingue,*** constituido por un bosque caducifolio dominado por *Nothofagus glauca* (hualo), *Nothofagus obliqua* (roble), *Gevuina avellana* (avellano) y *Persea lingue* (lingue), con *Pernettya insana* (murtillón), *Ugni molinae* (murtilla) y *Escallonia pulverulenta* (corontillo) como diferenciales en la estrata arbustiva. La estructura vegetacional presenta epífitas como *Bomarea salcilla* (copihuillo), *Lardizabala biternata* (coile) y *Lapageria rosea* (copihue), y el **Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithrea caustica*,** en donde ambas especies dominan a nivel de dosel superior, pero con coberturas variables. Se plantea como una fase regresiva del bosque esclerófilo original a causa de la influencia permanente del hombre, mientras otros consideran que se trata de vegetación original. En cualquier caso, su degradación conduce a una pradera compuesta por herbáceas perennes y anuales introducidas y algunos arbustos.

[1] Gajardo, R. 1993. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. 165 p.

[2] Espacios caracterizados por un conjunto de comunidades vegetales zonales con estructura y fisionomía uniformes, situados en condiciones mesoclimáticamente homogéneas a lo largo de un gradiente de elevación, a una escala espacio-temporal específica.

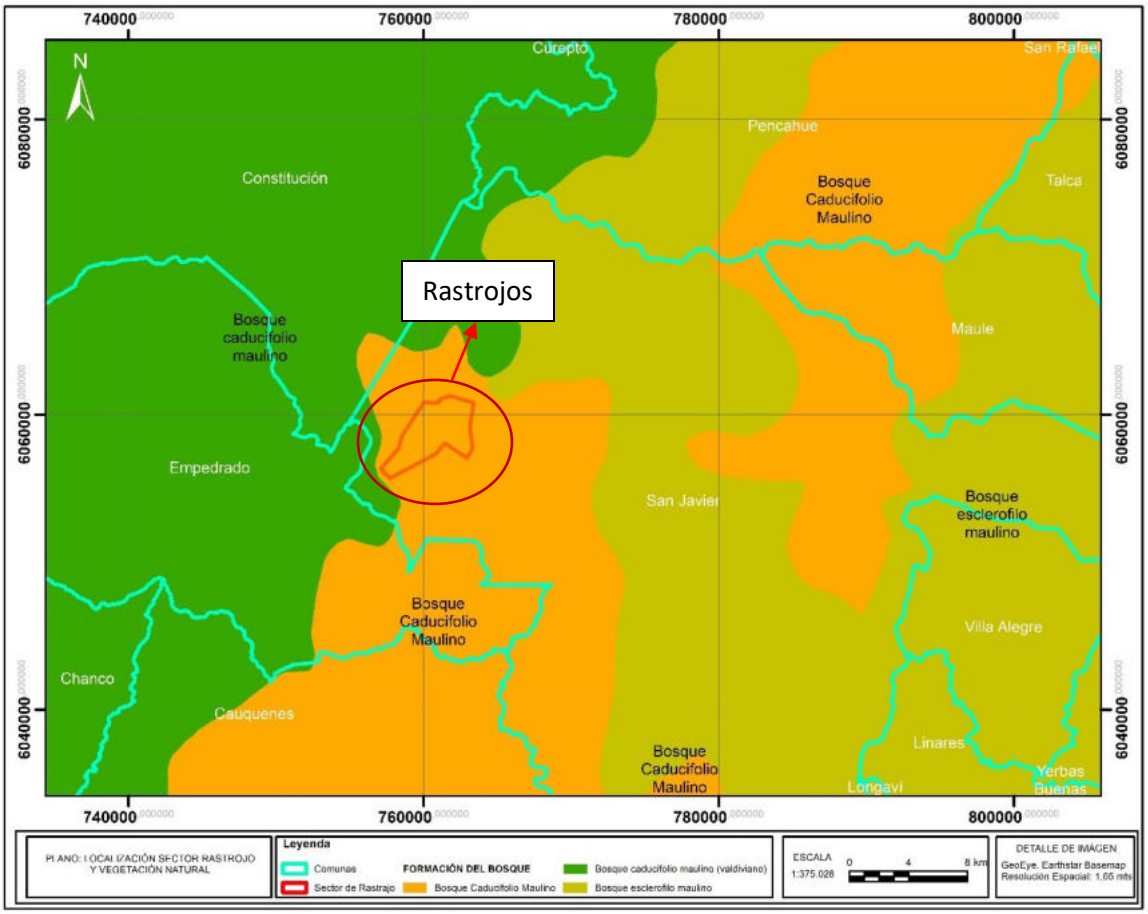


Fig. 2. Área de estudio (polígono de color rojo) y Formación Vegetal según Gajardo (1994).

5.3. El paisaje de Rastrojos

En el sector de Rastrojos, la mayor parte del paisaje ha sido severamente modificado por las actividades humanas y en consecuencia los ambientes naturales con muestras de vegetación autóctona original, así como fauna silvestre asociada a ella, son muy escasos.

Por esta razón, para la identificación y priorización de los sitios a intervenir, se consideró los resultados de los trabajos: "Factibilidad de Conexión de Fragmentos de interés de conservación a través de corredores biológicos en un área rural de Chile central" (Véliz, 2019) y "Fauna Vertebrada en Quebradas del sector de Rastrojos" (CONAF, 2020b). Lo anterior se justifica, ya que, de acuerdo a los resultados de ambos trabajos, las especies de flora y fauna presentes en el territorio de Rastrojos, se distribuyen en el paisaje de acuerdo a las condiciones en que se encuentra su hábitat, particularmente la vegetación nativa. Según lo observado en ambos estudios, las quebradas con cursos de agua, sectores bajos y pantanosos, así como laderas de cerros, son los sitios que mantienen mejores condiciones para la permanencia de biodiversidad local debido al mejor desarrollo o recuperación natural de la vegetación nativa, la que forma pequeños bosquetes o fragmentos con diferentes niveles de diversidad y complejidad estructural. En función de ello, se identificó en el paisaje de Rastrojos, una marcada influencia de la topografía en la permanencia e integridad de los hábitats remanentes y en consecuencia, en las posibilidades de intervención, todo ello, considerando a la vez, la accesibilidad y amenazas. Esta topografía accidentada, determina que existan, por un lado, zonas bajas y planas y por otro, laderas de cerros.

Foto 1. Paisaje en Rastrojo Alto, vegas y zonas inundables, laderas de cerro y quebradas.

5.3.1. Zonas bajas y planas

Dada su posición topográfica bajo las cadenas de cerros, estos sitios son muy accesibles y se encuentran atravesados por caminos de acceso a los predios. En algunos casos, presentan cuerpos de agua provenientes de quebradas, tales como esteros con vegetación higrófila ribereña, los que se secan casi completamente, una vez avanzada la temporada estival.

En estas zonas bajas e inundables, los cursos de agua forman características vegas, en las que predomina fisionómicamente una vegetación higrófila, con plantas acuáticas emergentes como *Scirpus californicus* (totora), acompañadas de praderas naturalizadas. Por esta razón, son intensamente utilizados como áreas de pastoreo de ganado mayor y menor, siendo, ésta, una de las principales causas de la alteración de la composición botánica de estos sitios, que está formada en su gran mayoría por hierbas adventicias.

La carga animal de estas vegas, implica a su vez, intenso pisoteo del suelo, ramoneo de la vegetación y una alta carga de estiércol. En estas zonas planas y en sitios muy específicos, con afloramiento de agua subsuperficial e inundación invernal, se desarrollan remanentes de bosques pantanosos higrófilos, que exhiben una vegetación arbórea siempreverde, compuesta en el dosel superior por *Drimys winteri* (canelo), *Crinodendron patagua* (patagua), *Myrceugenia exsucca* (Pitra), *Luma chequen* (chequén) y *Escallonia* sp. como especies representativas.

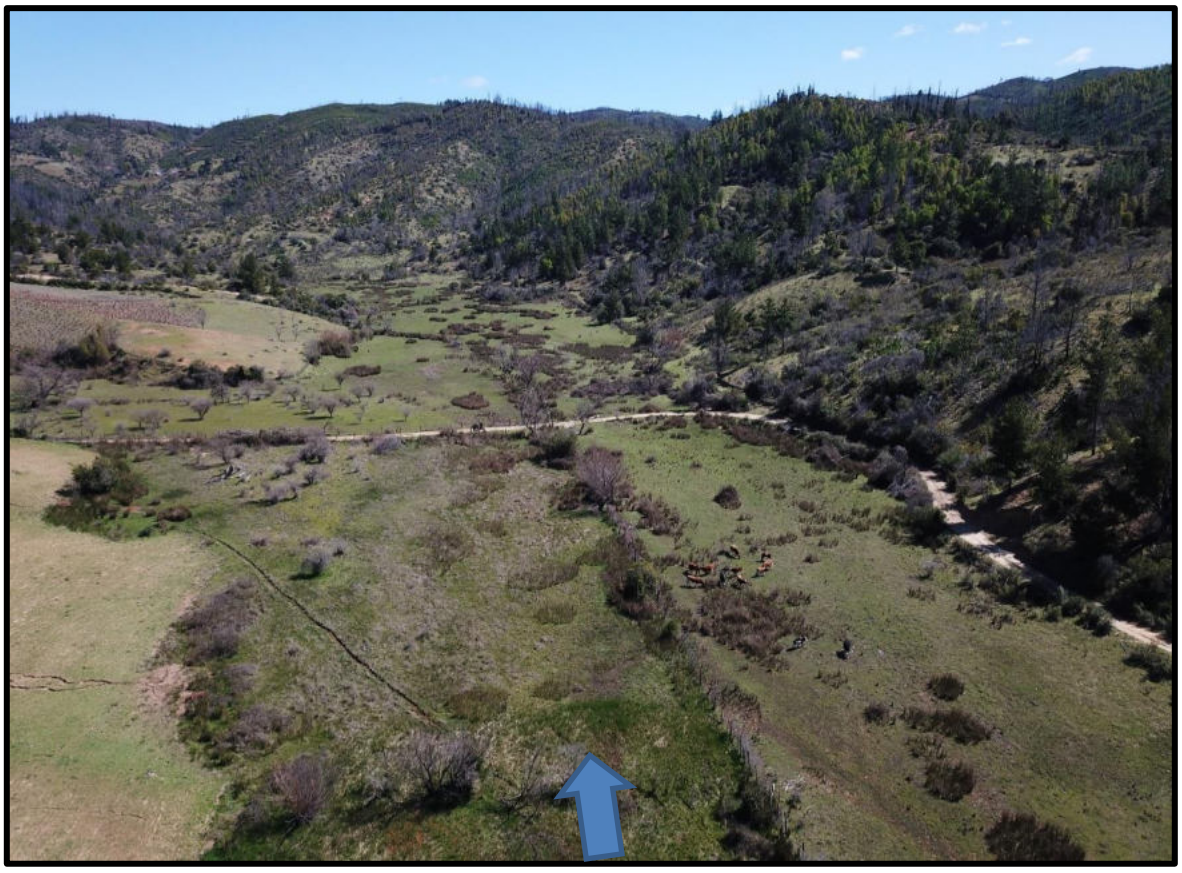


Foto 2. Localización de zonas bajas y vegas (indicado con flecha), en la parte central de la imagen.

5.3.2. Laderas de cerros y quebradas

Las mejores muestras de vegetación nativa, se ubican en laderas medias, con especies arbóreas o arbustivas que corresponden a bosques caducifolios de *Nothofagus glauca* (hualo), *Nothofagus obliqua* (roble) y en laderas bajas, matorrales esclerófilos. En Rastrojo, los bosquetes de *N. glauca* (hualo), son renovales con DAP medios de entre 10-30 cm y alturas de entre 14 y 18 metros, en posición de ladera por sobre los 200 msnm y predominantemente en orientaciones sur y variantes. Muestran un proceso de recuperación post-incendio, evidente en el incremento de la cobertura de dosel, mayor a 60%, así como en la estratificación vertical, con especies de crecimiento herbáceo, arbustivo y arbóreo, conectadas por plantas trepadoras. La riqueza florística sobrepasa las 60 especies, con predominancia de aquellas nativas e incluso algunas endémicas. En algunas quebradas bajas, *Nothofagus glauca* (hualo) es reemplazado naturalmente por *Nothofagus obliqua* (roble), el que, en contados sitios, forma pequeños rodales.

Por su parte, las formaciones de matorral esclerófilo, corresponden a una fase regresiva del bosque esclerófilo y del bosque caducifolio (San Martín y Donoso, 1995). Al igual que éste último y que el bosque maulino costero, tienen un origen de monte bajo y han sido intensamente explotadas para extracción de leña y para carbón (San Martín y Gómez, 2010). Sin embargo, post-incendio, muestran un crecimiento vigoroso a través de numerosos rebrotes, que ya sobrepasan los 1,8 metros de altura en la mayor parte de sus especies. Aquí también una de las principales amenazas es el ramoneo de ganado, pero éste se produce en menor intensidad que en las zonas bajas antes mencionadas, las que tienen fácil accesibilidad y tránsito de personas. Una imagen de ambas situaciones se aprecia en la siguiente fotografía.

Foto 3. Localización de laderas de cerros con remanentes de bosques y matorrales.

Luego de estas consideraciones de carácter general, es posible destacar tres situaciones representativas en que se encuentra la vegetación nativa en Rastrojo Alto y que pudiesen ser abordadas mediante una intervención orientada a mejorar la integridad ecológica de estos sitios:

a. Bosques Remanentes de Roble y Hualo de ladera: presentados en las fotografías con letra A, muestran núcleos arbóreos generalmente mayores a 1 hectárea de superficie, alta cobertura de dosel mayor al 70% y copas bien desarrolladas, cercanas unas de otras. Fisionómicamente dominan especies arbóreas caducifolias, *N. glauca* (hualo) y *N. obliqua* (roble), con estratificación vertical y recuperación parcial de la composición florística original.

b. Quebradas con vegetación mixta caducifolia y esclerófila: presentados en las fotografías con letra B, con cobertura de dosel más baja que el caso anterior, en orden de 40-60% y pequeños parches boscosos menores a 1 hectárea, acompañados en las zonas bajas de matorrales arborescentes en los mejores casos, así como remanentes arbustivos dispersos, con *Chusquea quila* (quila), *Lithrea caustica* (litre), *Peumus boldus* (boldo), *Rubus ulmifolius* (zarzamora) en áreas degradadas e inclusive *Pinus radiata* en estado adulto

c. Áreas abiertas con escasa cobertura arbórea: Presentados en las fotografías con letra C, se caracterizan por predominio de una pradera naturalizada dominada por especies adventicias, acompañadas por mosaicos de vegetación arbustiva con cobertura menor al 50%, donde especies representativas son *Baccharis linearis* (romerillo), *Rosa rubiginosa* (rosa mosqueta), *Rubus ulmifolius* (zarzamora) y *Lithrea caustica* (litre). Son áreas muy degradadas.

De estas tres situaciones, se eligió la situación b para mejorar la integridad ecológica, correspondiente a quebradas con vegetación mixta caducifolia y esclerófila.

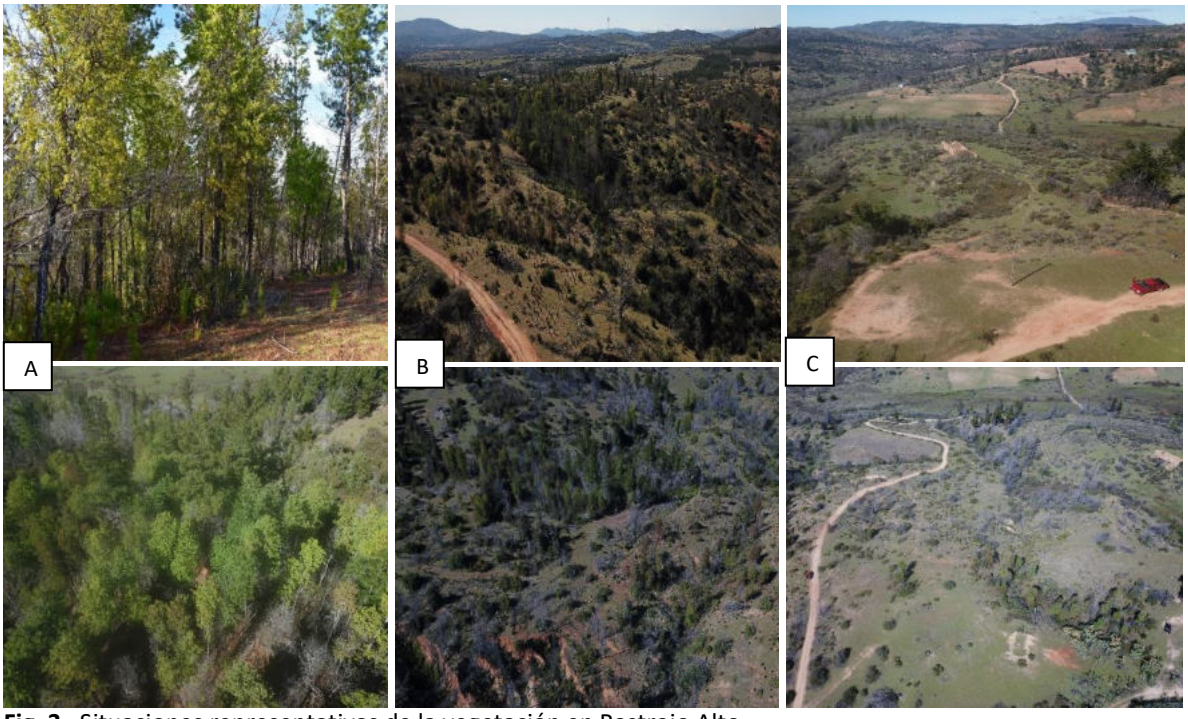


Fig. 3. Situaciones representativas de la vegetación en Rastrojo Alto.

5.4. Caracterización florística: métodos de muestreo

Sobre la base de revisión de material aerofotográfico de mayo 2020, así como de información proporcionada por el informe "Fauna vertebrada en quebradas del sector de Rastrojos" (Garrido, 2020) y la identificación de fragmentos de interés de conservación de la Tesis "*Factibilidad de conexión de fragmentos de interés de conservación a través de corredores biológicos en un área rural de Chile central*" (Véliz, 2019), se planificó un recorrido por diferentes unidades de vegetación en Rastrojo Alto, para identificar situaciones representativas, considerando el tipo de intervención que se efectuará para el mejoramiento de la integridad ecológica. En toda el área prospectada, se efectuó un total de 29 puntos de muestreo florístico, consistentes en parcelas de 12x12 metros (144 m^2 cada una), según el método fitosociológico (Braun Blanquet, 1979; Mueller-Dombois y Ellenberg, 2002), que incluyeron la identificación de todos los taxa presentes en su interior.

Las parcelas fueron distribuidas en una superficie aproximada de 5 hectáreas (Figura 3). El objetivo fue describir la composición florística, cobertura y distribución de la flora y vegetación, para definir el sitio de intervención y las posteriores actividades de manejo. En la figura 4 y al interior del polígono color verde, se indica la ubicación de las unidades de muestreo (parcelas florísticas), que están señaladas con puntos de color blanco.

La determinación e identificación de la riqueza florística (composición) de especies, se efectuó en base a la experiencia del investigador y apoyo de fuentes bibliográficas especializadas: Hoffmann (1998, 2004), Riedemann y Aldunate (2001), Riedemann *et al.* (2006), Riedemann *et al.* (2008), Riedeman, Aldunate y Teillier (2006), Squeo (2008), Espinoza (1996), y Zuloaga *et al*. (2008). La nomenclatura sigue a Rodríguez *et al.* (2018).

5.5. Abundancia Relativa de flora

La abundancia relativa de especies, fue determinada mediante estimación visual directa de la cobertura de cada especie, expresada en porcentaje (Ramírez, *et al*. 1992), es decir, la superficie ocupada por cada especie en proyección horizontal de las partes aéreas de todos los individuos presentes en la parcela. Las especies con cobertura inferior a 1% fueron registradas con un signo (+) y aquellas especies representadas por un único individuo fueron registradas con la letra (r).

Tabla 1. Simbología Braun-Blanquet para asignar abundancia relativa de especies.

r	1 individuo
+	2 a 4 individuos
1	5-20%
2	20-40%
3	40-60%
4	60-80%
5	80-100%

El muestreo consideró las diferentes condiciones en que se encuentra la vegetación, en particular su distribución, nivel de cobertura y representatividad dentro del área de estudio.

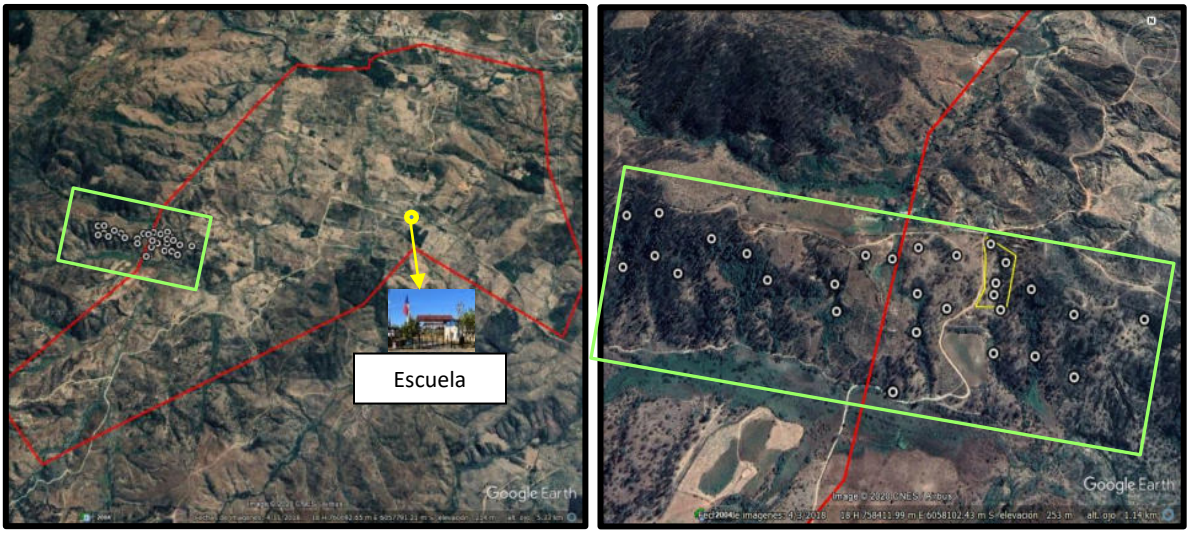


Fig. 4. Puntos de muestreo florístico en "Rastrojo Alto". Círculos blancos indican unidades de muestreo (parcelas). En la imagen de la derecha, polígono amarillo indica el área de manejo (parcela piloto).

Las unidades de muestreo, así como la parcela piloto, se corresponde con la unidad 6, identificada como potencial "corredor biológico" de vegetación, propuesto por Veliz (2019), ratificando su condición también para la implementación de medidas de mejoramiento del hábitat (Figura 5).

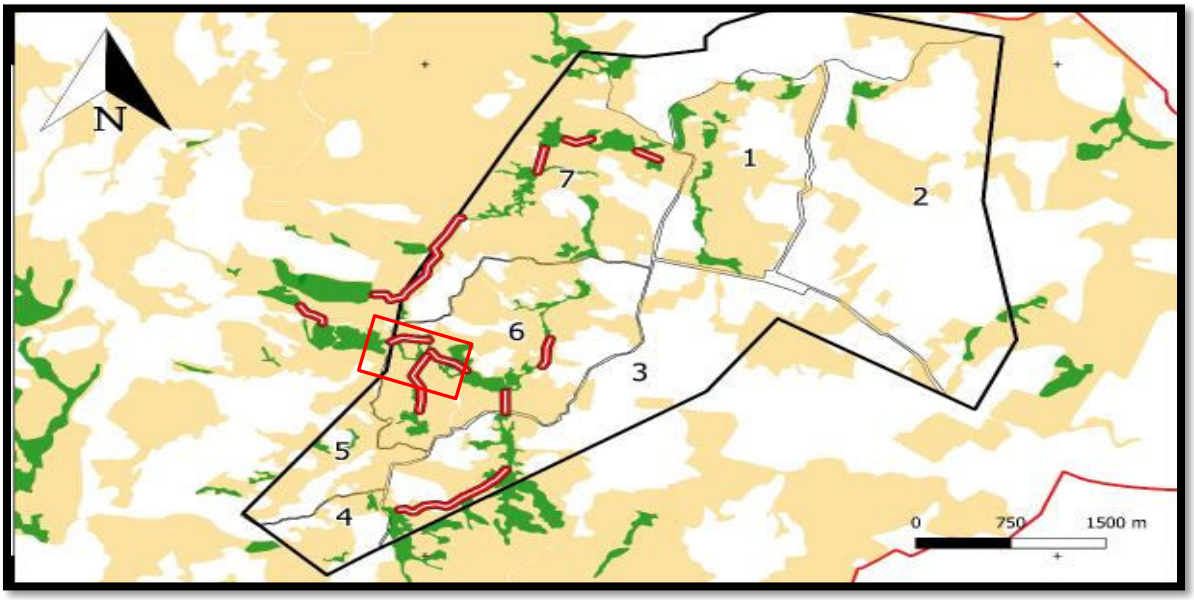


Fig. 5. Líneas en color rojo, indican "corredores biológicos" de vegetación. (Fuente: Véliz, 2019). Polígono rojo, indica sector de potenciales corredores biológicos y sitio escogido para la parcela piloto de manejo.

5.6. Origen biogeográfico

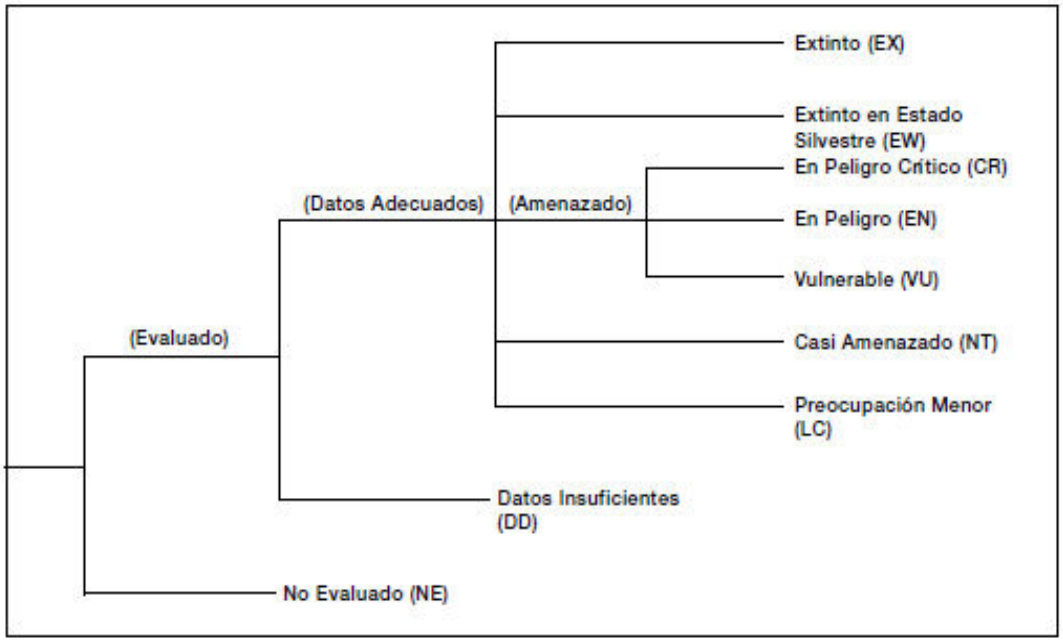
Proveniente del muestreo florístico, se estableció el origen geográfico de las especies de plantas vasculares, clasificadas luego como nativas, endémicas y adventicias. Las especies endémicas son aquellas que tienen su origen en el país y son exclusivas del territorio nacional. Las especies nativas son aquellas autóctonas o que tienen presencia natural en el territorio nacional y las especies adventicias o introducidas son aquellas cuya presencia es resultado de la introducción humana, sea intencionada o accidental.

5.7. Estado de Conservación

El estado de conservación de las especies se determinó utilizando como criterio principal el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) y en particular D.S. 151/2006 (Primer Proceso); D.S. 50 y 51/2008 (Segundo y Tercer Proceso); D.S. 23/2009 (Cuarto Proceso); D.S. 41/2011 (Sexto Proceso); D.S. 42/2011 (Séptimo Proceso); D.S. 19/2012 (Octavo Proceso); D.S. D.S. 13/2013 (Noveno Proceso); 52/2014 (Décimo Proceso); D.S.38/2015 (Undécimo Proceso), D.S. N°16/2016 (Duodécimo Proceso); D.S. N°6/2017 (Décimo Tercer Proceso); D.S. N°79/2018 (Décimo Cuarto Proceso), del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES), así como el actual Ministerio de Medio Ambiente.

El RCE se basa en los Criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2003), que establece las siguientes categorías de conservación (Fig.6): Las primeras dos categorías de “Extinto” y “Extinto en Estado Silvestre”, no se considerarán por razones obvias.

Fig 6. Categorías de Conservación UICN, versión 3.1 (2001).



En Peligro Crítico (CR)
Un taxón está En Peligro Crítico cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios "A" a "E" para En Peligro [3] y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un **riesgo extremadamente alto de extinción** en estado silvestre.

En Peligro (EN)
Un taxón está En Peligro cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios "A" a "E" para En Peligro y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.

Vulnerable (VU)
Un taxón es Vulnerable cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios "A" a "E" para Vulnerable y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando un **riesgo alto de extinción** en estado silvestre.

Casi Amenazado (NT)
Un taxón está Casi Amenazado cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.

Preocupación Menor (LC)
Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

Datos insuficientes (DD)
Un taxón se incluye en la categoría de Datos Insuficientes cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población. Un taxón en esta categoría puede estar bien estudiado, y su biología ser bien conocida, pero carecer de los datos apropiados sobre su abundancia y/o distribución. Datos Insuficientes *no es por lo tanto una categoría de amenaza*. Al incluir un taxón en esta categoría se indica que se requiere más información, y se reconoce la posibilidad de que investigaciones futuras demuestren que una clasificación de amenazada pudiera ser apropiada.

No Evaluado (NE)
Un taxón se considera No Evaluado cuando todavía no ha sido clasificado en relación a estos criterios.

En forma complementaria y con fines comparativos, se utilizó para describir el estado de conservación, otras fuentes como Echenleitner *et al.* (2012), el Boletín 47 del MNHN (1998) y el Libro Rojo de la Flora Nativa (Benoit, 1989).

[3] Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN, UICN, Gland, Suiza & Cambdrige, Reino Unido.ii+33 pp.

5.8. Criterios e indicadores de Monitoreo

Dado que las acciones de manejo para fomentar la integridad ecológica, consideran el mejoramiento de las condiciones de sitio (hábitat) para la flora y también para la fauna, se implementó un programa de Monitoreo, entendiendo como tal un proceso de seguimiento sistemático de un fenómeno o situación, a través de la selección de variables respuesta o indicadores (Noss, 1990).

Los indicadores tuvieron por objetivo entregar antecedentes sobre la respuesta que los organismos exhiben frente a las medidas de manejo que se han implementado, en general para mejorar las condiciones de hábitat a escala de sitio. Entre las características que deben tener los indicadores elegidos, se encuentran: ser sensibles a factores ambientales y cambios en el entorno; ser eficientes y rápidos de medir, estar relacionados con la respuesta de los organismos (Noss, 1990). En consecuencia, para efectos del presente estudio, se propuso los siguientes:

Componente flora nativa: especies nativas plantadas para enriquecimiento

- Evaluación de sobrevivencia (% de establecimiento de especies arbóreas)
- Evaluación de crecimiento (altura)
- Evaluación integridad física (herbivoría, quemadura por sol, daño mecánico)
- Evaluación de estado sanitario (marchitamiento, clorosis)

Componente fauna silvestre: artificios para mejorar hábitat

- Porcentaje y tipo de ocupación de casas anideras (ocultamiento, nidificación)
- Porcentaje de ocupación de perchas para aves (verificación de signos de uso: restos de semillas, regurgitados de aves rapaces, manchas de excremento, uso como posadero)

Se propone un monitoreo del orden de 30% del total de individuos plantados, es decir, un universo de 210 plantas elegidas para su seguimiento.

Tabla 2. Detalle de indicadores de éxito y medios de verificación.

Componente	Indicador	Indicador de Éxito	Medio de verificación
Flora nativa			
Flora plantada (210 ejemplares)	Sobrevivencia	70% establecimiento a los 3 meses de repoblamiento	Informe de Monitoreo N°1
		50% sobrevivencia a los 6 meses de repoblamiento	Informe de Monitoreo N°2
	Crecimiento (altura)	1 cm. de altura ganada a los 3 meses	Informe de Monitoreo N°1
		2 cm. de altura ganada a los 6 meses	Informe de Monitoreo N°2
	Estado sanitario	n°≤ 40% plantas con daño* a los 3 meses	Informe de Monitoreo N°1
		n°≤50% plantas con daño* a los 6 meses	Informe de Monitoreo N°2

Fauna nativa			
15 cajas anideras	Ocupación casas anideras	≥20% de ocupación de casas anideras a los 3 meses	Informe de Monitoreo N°1
	Ocupación casas anideras	≥40% de ocupación de casas anideras a los 6 meses	Informe de Monitoreo N°2
6 perchas para aves	Ocupación de perchas para aves	≥33% de ocupación de perchas a 3 meses	Informe de Monitoreo N°1
	Ocupación de perchas para aves	≥66% de ocupación de perchas a los 6 meses	Informe de Monitoreo N°2

*Quemaduras, marchitamiento, daño mecánico.

6. Resultados

6.1. Descripción del sitio manejado

6.1.1. Localización y superficie

El sitio de intervención, donde se estableció la Parcela Piloto, tiene una superficie aproximada de 11.000 m² y se ubica hacia el costado sur poniente de Rastrojo Alto, correspondiendo a una quebrada en posición de ladera media, entre los 260 y 242 metros de altitud, en orientación sur (Figura 7). Se origina en una cárcava al costado del camino de acceso a un predio privado y es señalada en el plano con un polígono de color amarillo. Las coordenadas en UTM y HUSO 18, se indican en la siguiente tabla.

Tabla 3. Coordenadas y altitud en vértices de parcela de manejo.

Vértice de Parcela	Coordenada X	Coordenada Y	Altitud
V1	758622	6058170	258
V2	758584	6058015	242
V3	758648	6058015	243
V4	758680	6058124	260

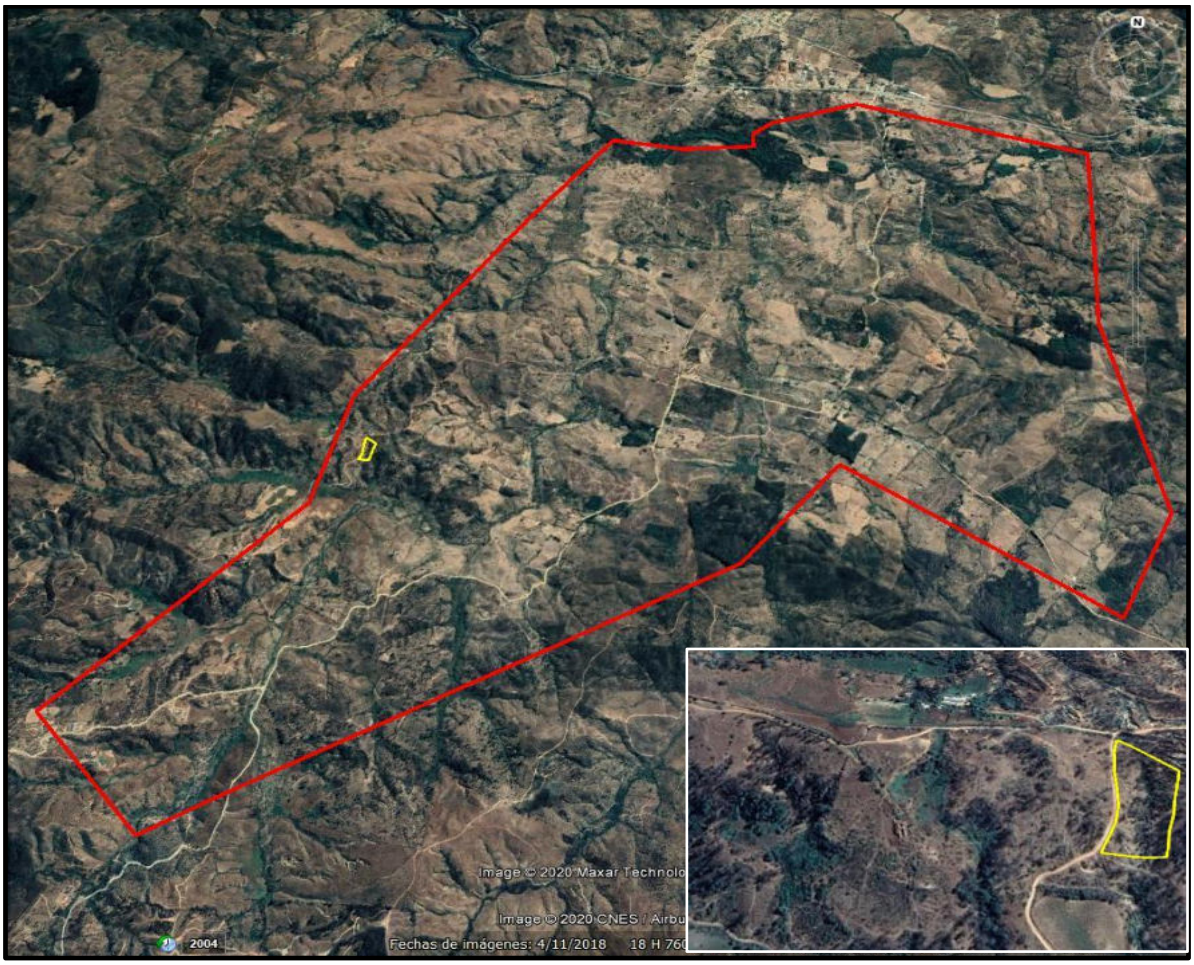


Fig. 7. Localización del área de intervención, señalada en polígono de color amarillo, en Rastrojos.

Fig. 8. Vista lateral del área de intervención, Parcela Piloto, señalada en color amarillo.

Fig. 9. Vista desde arriba, dimensiones de la Parcela Piloto, polígono color amarillo.

6.1.2. Vegetación

De acuerdo a observaciones efectuadas entre julio y agosto de 2020, en el sitio a intervenir (Parcela Piloto), es posible encontrar especies nativas pertenecientes a la formación del bosque caducifolio, con la especie representativa *Nothofagus glauca* (hualo), formando remanentes que se restringen principalmente a la zona de quebrada y especies pertenecientes a la formación del matorral y bosque esclerófilo tales como *Lithrea caustica* (litre), *Peumus boldus* (boldo), *Cryptocarya alba* (peumo), *Kageneckia oblonga* (bollén), *Escallonia pulverulenta* (corontillo) y *Maytenus boaria* (maitén), como representativas. La matriz es un mosaico de plantaciones de *Pinus radiata* quemadas por el incendio de 2017, pero con regeneración natural, así como matorrales esclerófilos rebrotados de lignotúber y sitios abiertos que forman praderas naturalizadas. La situación fisionómica de la vegetación se aprecia en las siguientes fotografías:

Foto 4. Remanentes de *N. glauca* (hualo).

Foto 5. Dosel en bosquetes de hualos en quebrada

Foto 6. Hualos con rebrotes en interior de quebrada.

Foto 7. Rebrotes de litre, corontillo y corcolén.

Foto 8. Litre con abundante rebrote de lignotúber.

Foto 9. Corcolén con abundantes rebrotes.

6.1.3. Composición florística

La riqueza total de flora en la Parcela Piloto está compuesta por 56 especies, pertenecientes a 32 familias botánicas, siendo la mejor representada, Asteraceae, con 10 especies (Anexo 1). La riqueza estuvo dominada por las hierbas, con 20 especies que equivalen al 35,7%, seguida de los arbustos con 15 especies equivalentes a 26,8%, árboles con 13 especies representativas de 23,2%. Las trepadoras lo estuvieron por 8 especies que representan el 14,3% del contingente florístico (Fig.10).

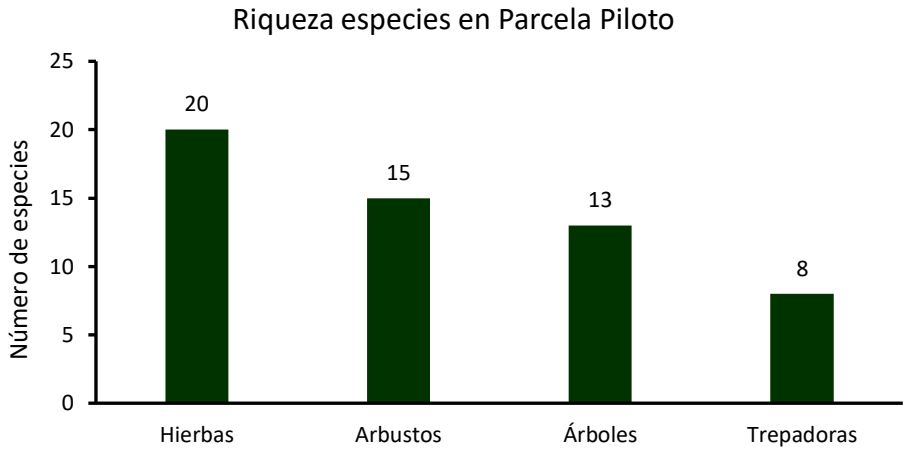


Fig. 10. Riqueza comparativa de flora por forma de crecimiento en Parcela Piloto, sector de Rastrojo Alto, comuna de San Javier, Región del Maule, para el período invierno 2020.

6.1.4. Origen biogeográfico de flora

En cuanto al origen biogeográfico de las especies, de los 56 taxa registrados, 34 son nativos, equivalentes al 60,7% del total, 8 tienen un carácter de endémicos y equivalen a 14,3%, mientras 14 especies son introducidas, lo que equivale al 25% (Fig. 11).

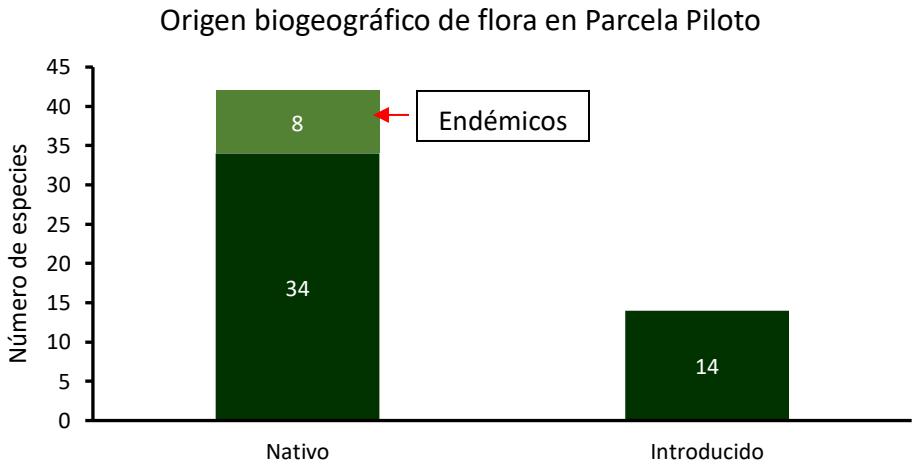


Fig. 11. Origen biogeográfico de flora en Parcela Piloto, sector Rastrojo Alto, comuna de San Javier.

La composición taxonómica de estos grupos se desglosa de la siguiente manera:

Las especies endémicas correspondieron a las arbóreas: *Nothofagus glauca* (hualo), *Lithrea caustica* (litre), *Peumus boldus* (boldo), *Quillaja saponaria* (quillay), *Cryptocarya alba* (peumo) y las herbáceas *Calceolaria meyeniana* (zapatito de la virgen), *Adiantum scabrum* (palito negro) y *Azorella spinoza* (hierba negra).

En cuanto a las especies nativas, 6 corresponden a árboles (Anexo 3, Tabla 3): *Aristotelia chilensis* (maqui), *Kageneckia oblonga* (bollén), *Lomatia hirsuta* (radal), *Maytenus boaria* (maitén), *Vacchelia caven* (espino) y *Nothofagus obliqua* (roble); 14 son arbustos: *Acrisione denticulata* (palo de yegua), *Azara integrifolia* (corcolén), *Baccharis linearis* (romerillo), *Baccharis* sp; *Blechnum hastatum* (helecho), *Chusquea quila* (quila), *Colliguaja odorífera* (colliguay), *Escallonia pulverulenta* (corontillo), *Eupatorium glechonophyllum* (barba de viejo), *Gaultheria insana* (murtillón), *Podanthus ovatifolius* (mitique), *Sophora macrocarpa* (mayo) y *Ungi molinae* (murtilla); 7 son hierbas: *Adiantum chilense* (palito negro), *Adiantum scabrum* (palito negro), *Coniza bonariensis* (coniza), *Eryngium paniculatum* (chupalla), *Phacelia secunda* (hierba cuncuna), *Nassella* sp, *Sisyrinchium striatum* (huilmo) y *Puya* sp. Finalmente, 8 especies nativas corresponden a Trepadoras: *Bomarea salcilla* (copihuito), *Dioscorea humifusa* (jabón de monte), *Galyum hipocarpium* (relbún), *Lapageria rosea* (copihue), *Lardizabala biternata* (coile), *Muehlenbeckya hastulata* (quilo), *Proustya pirifolia* (parrilla blanca) y *Vicia nigricans* (arvejilla).

El grupo de las especies introducidas está conformado por 2 árboles: *Eucaliptus globulus* (eucalipto) y *Pinus radiata* (pino); 2 arbustos: *Rosa rubiginosa* (rosa mosqueta) y *Rubus ulmifolius* (zarzamora) y 10 hierbas: *Aira caryophyllea* (pasto primavera), *Anagallis arvensis* (pimpinela), *Avena fatua* (teatina), *Briza minima* (templadera), *Centaurea melitensis* (abrepuños), *Erodium* sp (relojito), *Leontodon saxatilis* (chinilla), *Taraxacum officinale* (diente de león), *Lactuca serriola* (lechuguilla) y *Verbascum virgatum* (mitrún) (Tabla 4). En este grupo no hay plantas trepadoras.

Tabla 4. Origen biogeográfico de flora, indicado por forma de crecimiento.

	Nativo	**Endémico**	**Introducido**	**Total**
Árbol	6	5	2	13
Arbusto	14	0	2	16
Hierba	6	3	10	19
Trepadora	8	0	0	8
Total	35	6	14	56

6.1.5. Estado de Conservación

En el área de intervención y su zona adyacente, no hubo registro de especies amenazadas, esto considerando como criterio principal, el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE). Sin embargo, hubo 4 especies clasificadas en categoría de conservación.

Como de Preocupación Menor (LC) están los helechos *Adiantum scabrum* (palito negro) (DS 38/2015) y *Blechnum hastatum* (helecho) (DS 19/2012), mientras que como Casi Amenazado (NT), se encuentran el también helecho *Adiantum chilense* (palito negro) (DS 19/2012) y el árbol *Nothofagus glauca* (hualo) (DS 42/2011) (Tabla 5). Según Echenleitner *et al.* (2012), la especie *Nothofagus glauca* (hualo) se encuentra en categoría Vulnerable, al igual como lo indica el Libro Rojo de la Flora Terrestre (Benoit, 1989).

Tabla 5. Estado de conservación de especies de flora en parcela piloto (según diferentes propuestas).

Especies	RCE (2011, 2012 Y 2015)	Echenleitner *et al*. (2012)	Benoit (1989)	Bol. 47 (1998)
Adiantum chilense	NT	-	-	FP**
Adiantum scabrum	LC	-	-	-
Blechnum hastatum	LC	-	-	FP**
Nothofagus glauca	NT	VU	V*	-

*V=Vulnerable; **FP=Fuera de Peligro

En términos de especies en categoría de conservación, destaca la situación del árbol endémico de Chile central: *N. glauca* (hualo), cuyas poblaciones y los bosques que forma, han sido intensamente diezmados y han casi desaparecido de amplios sectores, incluyendo Rastrojos, en cuya zona hoy permanecen sólo como remanentes y pequeños bosquetes en condición de renovales, muy degradados por la corta intensiva (San Martín y Donoso, 1997).

6.1.6. Especies invasoras

Fueron 8 las especies registradas en la Parcela Piloto, que, por su origen biogeográfico y capacidad de propagación, son consideradas invasoras, representando el 14,2% de la flora total (n=56). De ellas, 5 son hierbas: *Anagallis arvensis* (pimpinela), *Centaurea melitensis* (abrepuños), *Leontodon saxatilis* (chinilla), *Lactuca serriola* (lechuguilla) y *Verbascum virgatum* (mitrún); 2 corresponden a arbustos: *Rubus ulmifolius* (zarzamora) y *Rosa rubiginosa* (rosa mosqueta) y 1 corresponde a árbol: *Pinus radiata* (pino) (Anexo 3, Tabla 3). Sin embargo, es posible afirmar que las herbáceas tienen un impacto leve a moderado en la dinámica sucesional de la comunidad vegetal, en comparación con las especies arbustivas y arbóreas, dado el carácter principalmente anual y la constitución no leñosa de las hierbas. Por esta razón, las medidas de manejo deben orientarse principalmente hacia los árboles como *Pinus radiata*, dada su alta capacidad de invasión de espacios abiertos luego de un disturbio y la presencia de individuos semilleros en áreas cercanas.

6.1.7. Amenazas

El secano interior, es una zona caracterizada por un entorno de restricciones para el desarrollo de actividades productivas y la permanencia de asentamientos humanos, entre ellas, avanzados niveles de erosión, suelos deficitarios en nutrientes y pérdida de la cubierta vegetal, especialmente nativa, las que, en gran parte se han originado en un pasado de explotación intensiva de los recursos naturales (Ovalle, 1994). A ellas se agregan, otras limitantes de tipo climático como escasez hídrica y altas temperaturas estivales (Del Pozo y Del canto, 1999).

Desde una perspectiva ecológica, la cordillera de la costa y sus dos vertientes, tanto costera como interior, han sido consideradas como áreas prioritarias para abordar la restauración ecológica y la recuperación de servicios ecosistémicos, altamente degradados en esta zona de la Región del Maule a causa de la presión de uso humano y los disturbios recientes (Ministerio de Medio Ambiente, 2018). Por esta razón, a continuación, se identifican algunas de las amenazas más críticas a considerar, en el contexto de la implementación de iniciativas para contribuir a la restauración ecológica o a la recuperación de procesos ecosistémicos en el mediano y largo plazo. Algunas de estas amenazas, han sido más intensas en el pasado, mientras otras adquieren relevancia en la actualidad e incluso en el futuro cercano.

a. Incendios forestales

Los incendios forestales, constituyen disturbios que pueden generar graves impactos en la vegetación por la pérdida de biomasa y alteración de la composición y estructura de los bosques, especialmente durante el primer año (Alloza *et al*., 2014). En la zona costera de la Región del Maule -incluyendo la localidad de Rastrojos y el sector de Nirivilo – los incendios forestales se han incrementado notablemente durante las últimas décadas y han tenido impactos severos desde la perspectiva social, económica y sobre todo ambiental, afectando drásticamente a la biodiversidad local y la funcionalidad de los servicios ecosistémicos que los bosques y vegetación natural proveen en las zonas rurales (CONAF, 2019). Por otra parte, en el contexto de cambio climático, es esperable el incremento en los incendios forestales en la zona mediterránea de Chile, dada la mayor probabilidad de condiciones favorables para su propagación, como altas temperaturas, vientos intensos y baja humedad ambiental (CONAF, 2017).

Foto 10. Vegetación post-incendio.

Foto 11. Daño en arbustos.

Foto 12. Columnas de humo.

b. Ganadería

A pesar que la mayoría del ganado se concentra en las áreas con presencia de forraje, tales como vegas y zonas bajas, en períodos de disminución de las hierbas, los animales recorren ampliamente laderas de cerros con remanentes de bosques y quebradas, en busca de pasto o brotes de especies leñosas. En este sentido, el ingreso de ganado (vacuno, equino ú ovino) a las áreas que son objeto de recuperación y manejo, provoca daño en los ejemplares plantados a causa del ramoneo, así como destrucción en las estructuras de protección de las plantas, como tutores y mallas. Por otra parte, el ganado es una fuente de presión para la regeneración natural de la vegetación nativa, ya que además del ramoneo de brotes y tejidos nuevos, se produce pisoteo de plántulas y erosión en laderas y sitios muy recorridos.

Foto 13. Ganado vacuno.

Foto 14. Forrajeo en vegas.

Foto 15. Ganado ovino.

c. Aislamiento de fragmentos de bosque

Luego de décadas de explotación intensiva, los remanentes de vegetación nativa, especialmente de bosques caducifolios, típicos del pasado reciente de la cordillera de la costa, forman pequeños núcleos generalmente aislados entre sí y distribuidos al interior de quebradas y laderas pronunciadas. Ello dificulta la recolonización y el reclutamiento de nuevos individuos para las poblaciones ya altamente fragmentadas y reducidas en superficie, dificultando un incremento en la cobertura boscosa y en el enriquecimiento de especies.

d. Especies exóticas invasoras

En el área de Rastrojo y en particular en la zona de intervención, la principal especie exótica invasora corresponde a *Pinus radiata*, la que, debido a su exitosa estrategia reproductiva, como alta tasa de crecimiento, dispersión de semillas por el viento y resistencia a condiciones adversas, coloniza rápidamente espacios abiertos, desplazando a las propias especies nativas y alcanzando en pocos años varios metros de altura y alta cobertura de copas si es que no se efectúa control temprano. La incidencia de otras especies como *Rubus ulmifolius* (zarzamora) e incluso *Rosa rubiginosa* (rosa mosqueta) es muy baja y localizada, con pocos individuos presentes más bien en sitios muy degradados.

e. Avanzados procesos de erosión

Debido a su antigüedad, constitución interna y topografía de pendientes, los suelos de Rastrojos son altamente susceptibles a procesos erosivos y hoy, luego de décadas de agricultura cerealera, barbechos, ganadería intensiva y corta de vegetación, muestran cárcavas de diferentes tamaños dispersas por todo el paisaje. Gran parte de estos suelos tienen erosión severa a muy severa.

f. Corta de vegetación para leña y carbón

Es una actividad que, en las zonas rurales y en el pasado reciente constituía una de las principales formas de abastecerse de una fuente de biocombustible para uso domiciliario, a través de su conversión tanto para carbón como para leña de uso directo (San Martín y Gómez, 2010). La extracción de leña aún se efectúa, pero en mucha menor medida que hace unas décadas atrás y ha sido una de las causas evidentes de la disminución de la cubierta vegetal leñosa, particularmente cercana a asentamientos humanos (Fuentes, 1988; San Martín y Gómez, 2010).

g. Sequia estival

En el secano interior, la duración del período estival seco, es decir, en ausencia total de precipitaciones, representa la principal dificultad para la producción primaria en los ecosistemas (Ovalle, 1994). De hecho, la duración media de la aridez en esta zona de la Región del Maule es de aproximadamente 5 meses, extendiéndose desde noviembre a marzo. Esta situación implica fuertes restricciones para el crecimiento de las plantas, especialmente herbáceas, luego arbustivas y en menor término leñosas, algunas de las cuales pueden tener adaptaciones para la captación de agua en zonas más profundas del suelo cuando alcanzan un buen desarrollo como plantas adultas, gracias a sus raíces pivotantes.

Para el caso de iniciativas orientadas a la restauración de la cubierta vegetal, a través del enriquecimiento o revegetación, esta limitante implica suplementar riego estival a los individuos plantados, para incrementar su sobrevivencia y favorecer su crecimiento.

Tabla 6. Amenazas identificadas y acciones de control.

AMENAZA	ACCIÓN DE CONTROL
Incendios forestales	Sensibilización, habilitación de cortafuegos
Ganadería	Cercados perimetrales, protección quebradas*
Aislamiento de bosques remanentes	Enriquecimiento con especies nativas*
Especies exóticas invasoras	Control y extracción*
Erosión	Recubrimiento de suelos en cárcavas
Corta de vegetación para leña	Protección de quebradas, sensibilización
Sequía estival	Aplicación de riego estival a especies plantadas*

*= Acciones implementadas en el marco de este proyecto.

6.2. Acciones para mejoramiento de la integridad ecológica

6.2.1. Cercado perimetral

En el área escogida para la implementación de acciones de mejoramiento, la primera actividad que se efectuó, fue el cercado perimetral, en una superficie aproximada de 11.000 m² (1,1 hectárea), mediante polines impregnados y alambre púa, con tres hebras. En cada vértice de la parcela, se colocaron tirantes, para asegurar la tensión del cercado. Dado que en el área hay abundante circulación de ganado equino, ovino y vacuno, se optó por aplicar mediante el cercado, la medida de exclusión para ganado mayor y menor, a objeto de impedir su ingreso a la parcela piloto y evitar el daño y ramoneo a los árboles plantados, así como a sus protecciones.

Se entiende que el cercado es una medida que se aplica al conjunto de individuos plantados, alrededor de todo el perímetro de la parcela de manejo, no individuo a individuo, como es el caso de la protección con malla rashell o shelter, que es una medida complementaria, planta a planta. Parte del proceso de establecimiento del cercado, se aprecia en las siguientes fotografías.

Fig. 12. Cercado perimetral con 3 hebras en parcela piloto. Superficie de 11.000 m².

6.2.2. Extracción de madera muerta

El mega incendio forestal de la temporada 2017, provocó una alta mortalidad de árboles, especialmente *Pinus radiata*, por lo que tanto el paisaje circundante como la quebrada objeto de manejo, presentaba una gran cantidad de pinos muertos tanto en pie como en el suelo, que fueron quemados por el incendio. En el caso de los árboles quemados en pie, se observa que no tienen soporte mecánico en el suelo, ya que su raíz está muerta y seca, por lo que constituyen una seria amenaza tanto a la regeneración natural de especies nativas rebrotadoras, como también a los ejemplares plantados, debido al riesgo de caída y posterior daño mecánico sobre ellos.

Otra situación ocurre con los abundantes pinos que también se encuentran muertos pero esta vez, caídos y aunque no implican un riesgo de daño directo a los árboles plantados, muchos de ellos ocupan amplios espacios que podrían ser ocupados por la regeneración natural del bosque. Aproximadamente, el 90% de estos ejemplares, fueron trozados con motosierra y los troncos y ramas, dispuestos en zonas de borde de y/o lecho de la quebrada, en sitios, generalmente desprovistos de vegetación y con riesgo evidente de erosión, por lo que constituyen una barrera natural que intercepta la lluvia y disminuye la escorrentía superficial en dichos puntos. El resto de estos árboles, ubicados en la cárcava que da inicio a la quebrada, fueron dejados in situ, para evitar su manipulación y de esta forma minimizar el riesgo de erosión.

Fig. 13. Árboles muertos en pie de *Pinus radiata* y su volteo, corta y extracción en parcela piloto.

6.2.3. Extracción de la regeneración de especies invasoras

El catastro florístico del área, dio como resultado la presencia de especies invasoras, que correspondieron a *Rubus ulmifolius* (zarzamora), *Rosa rubiginosa* (rosa mosqueta) y *Pinus radiata* (pino insigne), siendo las dos primeras escasas y la última, muy abundante. El incendio provocó la muerte de una gran cantidad de pinos adultos o semilleros provistos de abundantes conos, los que abrieron y generaron una lluvia de semillas en amplias zonas. En algunos sectores de la unidad de manejo (parcela piloto cercada), la densidad de la regeneración de *Pinus radiata* por semilla era alta, con 6-9 individuos por m² en algunos sectores y una altura media de 1,5 metros. La totalidad de estos ejemplares, fue cortado desde la base y eliminados de la parcela, tal como se muestra en las fotografías siguientes. Los restos de estos ejemplares, fueron ubicados al fondo de la quebrada y otros al costado del alambrado, junto a los restos de los árboles adultos muertos y trozados. Por otra parte, también se encontró abundantes conos de pinos, tanto abiertos como cerrados, los que fueron siendo agrupados y extraídos del área, para evitar la aparición de semillas y nuevos individuos.

Fig. 14. Extracción de regeneración natural post-incendio de *Pinus radiata* en parcela piloto.

6.2.4. Reforestación con especies nativas

Dado que la vegetación predominante de esta zona de la cordillera de la costa, correspondía en el pasado a bosques caducifolios de *Nothofagus glauca* (hualo) (Gajardo, 1994), complementariamente a los trabajos de limpieza y extracción de especies invasoras, se efectuó al interior de la parcela experimental, una reforestación con especies nativas, a través de la plantación de 700 árboles, el 93% correspondientes a hualo y el 7% restante, a especies esclerófilas, principalmente *Lithrea caustica* (litre), *Peumus boldus* (boldo) y *Quillaja saponaria* (quillay).

Para la plantación, se consideró la distribución en el terreno de individuos rebrotados tanto de hualo, como de especies esclerófilas, a fin de establecer "núcleos" o grupos de plantas compuestas de entre 5 y 10 ejemplares cada uno. Antes de la plantación, se efectuaron los siguientes manejos, a objeto de entregar, dentro de lo posible, las mejores condiciones a los nuevos individuos:

a. Casilla de plantación: tuvo una profundidad media de 40 cm y un ancho de 30 cm. A pesar que el largo de la raíz de cada planta, no sobrepasaba los 18 cm., se optó por una casilla más profunda, con el objeto de crear condiciones favorables para el crecimiento de la raíz hacia los costados y especialmente hacia abajo, es decir, en profundidad. Junto a ello, la tierra extraída del hoyo de plantación, fue mezclada con tierra de hojas, extraída del bosque caducifolio de la zona alta de Rastrojo, en una proporción de 1/3. El objetivo fue mejorar la textura, el contenido de materia orgánica del suelo y facilitar el crecimiento de hongos micorrícicos en la zona radicular.

Fig. 15. Casilla plantación. Colecta de tierra de hojas. Plantas de hualos.

b. Fertilización: al interior de la casilla de plantación, se aplicó una dosis del fertilizante sistémico BASACOTE 6M, que se caracteriza por una liberación lenta y por la entrega de elementos nutricionales primarios y secundarios, indispensables para el adecuado crecimiento de la planta. Junto a este fertilizante sistémico, se efectuó la aplicación de un enrraizante líquido, a cada uno de los individuos plantados. El fertilizante, fue dispuesto en tres capas o estratos mezclado con tierra de hojas proveniente del bosque caducifolio. Este proceso se efectuó en tres capas, una en la zona inferior de la planta, debajo de la raíz, otra capa en la zona intermedia y finalmente una última capa en la zona superior, a unos pocos centímetros del cuello de la planta.

Foto 16. Fertilizante liberación lenta.

Foto 17. Hidrogel y fertilizante.

Foto 18. Planta de hualo.

c. Hidrogel y Mulch: junto a las medidas antes indicadas, a la mezcla de tierra del hoyo de plantación en cada individuo, se aplicó una dosis estándar de hidrogel granulado, a objeto de mejorar la capacidad de retención de agua y humedad del suelo, especialmente importante en períodos de estrés hídrico o falta de lluvias. Esta medida se complementó con el establecimiento de una capa superficial de hojas extraídas del bosque caducifolio, en la superficie del hoyo de plantación y en la base del cuello de cada planta, con la finalidad de crear una capa o "mulch" que permita disminuir el impacto del sol sobre el suelo en cada planta y mantener por más tiempo la humedad en la superficie.

Foto 19. Mulch de hojas del bosque.

Foto 20. Hidrogel en fondo casilla.

Foto 21. Muestra de hidrogel

d. Malla Rachell/Shelter: finalmente, con el doble propósito de establecer una protección mecánica para minimizar el impacto de la herbivoría por lagomorfos y roedores, así como brindar protección contra los rayos solares y generación de un microclima más benigno, cada planta fue resguardada con malla raschell, al 80% de sombra y 90 cm de altura o con shelter de 80 cm de altura. Cada uno de estos dos tipos de protecciones, fue fijada mediante tutores de metal de 80 cm de altura. Se optó por tutores metálicos debido a su mayor y firmeza, en comparación con los de madera.

Fig. 16. Vista de plantas con malla Rachell y/o protectores Shelter en interior parcela piloto.

6.3. Ecosistema de referencia

Si bien el área de intervención para la experiencia piloto de enriquecimiento tiene una superficie pequeña que alcanza 1,1 hectárea; tanto criterios como la distribución espacial de los individuos plantados, así como la especie dominante a usar en la plantación, provinieron del análisis de muestreos florísticos efectuados en lo que podríamos considerar un ecosistema de referencia.

Para el caso de esta iniciativa en Rastrojo Alto y de acuerdo a Gajardo (1994), la formación tomada como referente correspondió al Bosque Caducifolio Maulino y en específico, un bosque caducifolio de *Nothofagus glauca* (hualo) de ladera media. A pesar que este bosque también fue afectado por los incendios de 2017, ha mostrado una alta capacidad de recuperación, evidente en el incremento de la cobertura de dosel, en general mayor al 65% y la dominancia de *Nothofagus glauca* (hualo). Recorridos en su interior, para realización de muestreos florísticos, indican la presencia de un importante contingente de especies, que alcanza los 74 taxas de plantas vasculares. Por otra parte, aun cuando hay presencia de especies exóticas, ésta, es poco representativa y está dada principalmente por invasión de *Pinus radiata* (pino) y de herbáceas características de áreas abiertas y sometidas a alteraciones constantes como *Anagallis arvensis* (pimpinela azul), *Lactuca serriola* (lechuguilla), *Aira caryophyllea* (pasto primavera) y *Leontodon saxatilis* (chinilla) como representativas. En las zonas de bordes y áreas abiertas adyacentes, aparecen como individuos aislados *Rubus ulmifolius* (zarzamora) y *Rosa rubiginosa* (rosa mosqueta). Todas estas especies, no presentan mayor incidencia en la dinámica post-incendio dentro del bosque, ya que el rebrote de dosel de las especies nativas y producción de sombra, ha servido para regular la aparición de especies adventicias y/o invasoras.

En consecuencia, el bosque presenta actualmente una multi-estratificación, con presencia de especies arbóreas como *Gevuina avellana* (avellano), *Lomatia hirsuta* (radal), *Lomatia dentata* (avellanillo), *Kageneckya oblonga* (bollén), *Lithrea caustica* (litre), *Cryptocarya alba* (peumo), *Quillaja saponaria* (quillay), entre otros. La mayoría de estas especies, ha rebrotado en forma vigorosa luego del incendio, a partir de estructuras especializadas, como lignotúberes, por lo que la mortalidad en las especies arbóreas ha sido muy baja.

Las especies herbáceas, bastante más rápidas en su recuperación y reaparición, están presentes con *Adiantum chilense* (palito negro), *Adiantum scabrum* (palito negro), *Nassella sp* (Nasella), *Calceolaria meyeniana* (capachito), *Alstroemeria ligtu* (flor del gallo), *Chloraea sp* (orquídea), *Mulinum spinosum* (hierba negra), entre otras. La mayoría de ellas, son parte habitual del contingente de especies herbáceas características de los bosques caducifolios de la zona central de Chile y de la Región del Maule.

Los arbustos están representados por *Sophora macrocarpa* (mayo), *Acrisione denticulata* (palo de yegua), *Azara integrifolia* (corcolén), *Baccharis racemosa* (baccharis), *Chusquea quila* (quila), *Colliguaja odorífera* (colliguay), *Eupatorium glechonophyllum* (barba de viejo), *Gaultheria insana* (murtillón), *Ugni molinae* (murtilla) y *Podanthus ovatifolius* (mitique), como especies representativas.

Finalmente, la zona inferior del bosque se conecta con el dosel y zona superior, mediante trepadoras como: *Lapageria rosea* (copihue), *Lardizababa biternata* (coile), *Diplolepis menziesii* (voqui amarillo), *Dioscorea brachibotrya* (jaboncillo), *Dioscorea humifusa* (jabón de monte), *Lathyrus magellanicus* (arvejilla), entre otras.

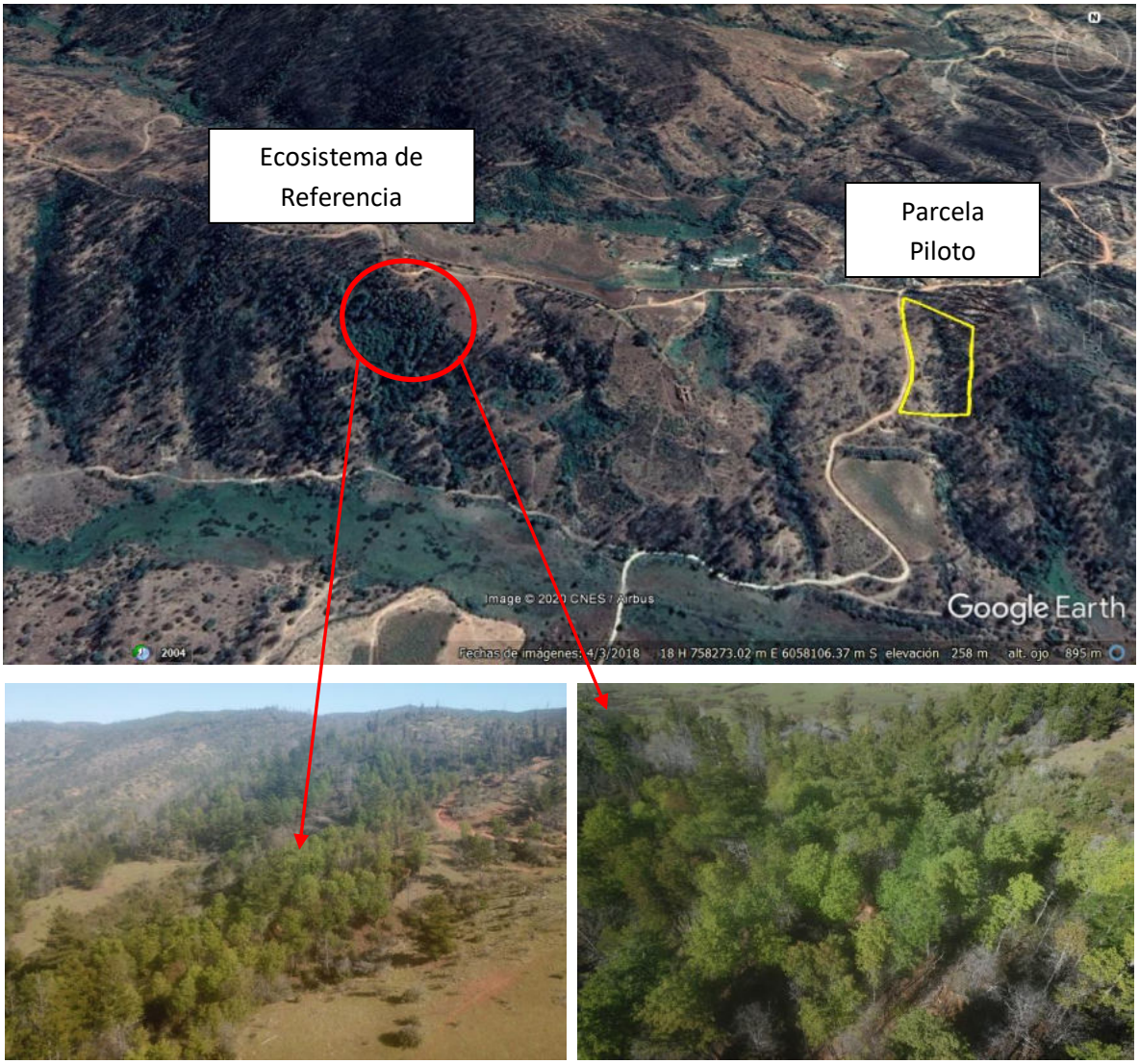


Fig. 17. Vista aérea de ecosistema de referencia y de nivel de cobertura de dosel (costado derecho).

Dado que en esta zona y en la cordillera de la costa por sobre los 200 msnm, la unidad vegetal característica era el bosque caducifolio de *Nothofagus glauca* (hualo), la principal especie con la que se efectuó el repoblamiento fue precisamente esa, con más de un 90% de los individuos plantados. Las restantes especies, fueron de tipo esclerófilo y estuvieron conformadas por *Lithrea caustica* (litre), *Peumus boldus* (boldo) y *Quillaja saponaria* (quillay).

6.4. Propietarios y accesibilidad

El área de manejo o parcela piloto, se ubica íntegramente en el predio denominado "Arbolillo" y pertenece al señor Manuel Cancino. Para respaldar el apoyo del propietario hacia la instalación de la parcela y los manejos implementados, se adjunta la correspondiente Carta de autorización, con su firma y datos personales (Anexo 5). La unidad piloto, fue emplazada al costado del camino de acceso a la propiedad y que también sirve de acceso a otras propiedades ubicadas hacia el sector sur oriente de Rastrojo Alto. La presencia de un camino cercano, junto a otros criterios de carácter ecológico, fue fundamental en la elección del sitio de manejo, debido a la necesidad de trasladar una gran cantidad de materiales e insumos para el trabajo de implementación de la unidad piloto (parcela de manejo), así como para facilitar las actividades posteriores, como aplicación de riego estival y monitoreo de los resultados.

6.5. Grado de Perturbación y potencial ecológico del sitio

La perturbación ecológica o también denominado disturbio, es considerada una desviación o desplazamiento del estado original en la estructura o funcionalidad a cualquier nivel de organización, es decir, este cambio implica un efecto sobre el sistema (Odum *et al*. 1979). Los disturbios son eventos frecuentes, inherentes e inevitables que afectan a los distintos niveles de organización biológica (White y Jentsch, 2001). Uno de los elementos más utilizados para conocer el nivel de perturbación de un ecosistema boscoso o lo que es opuesto, su estado de conservación, es la estructura y composición de la vegetación (Santibáñez *et al.* 2015). En la medida en que el bosque mantenga una cierta complejidad estructural y predominen ampliamente especies nativas e incluso endémicas, por sobre las adventicias, éste puede entenderse como menos perturbado. De acuerdo a los antecedentes florísticos presentados en párrafos anteriores, en la unidad de manejo (parcela demostrativa de 1,1 hectárea) se observó una riqueza de 41 especies nativas (6 de ellas, además, endémicas) por sobre 14 especies adventicias, es decir, de las 55 especies observadas, el 25,4% son introducidas.

Por otra parte, considerando a la cobertura como una variable descriptiva clave de la estructura de una comunidad vegetal (Mueller-Dombois y Ellenberg, 2002), se observa que, en forma conjunta, tanto la cobertura arbórea como arbustiva, alcanzan valores estimados de entre el 50-55%, estando segregada entre especies esclerófilas que dominan en los espacios abiertos y de menor pendiente y las especies caducifolias, representadas por *N. glauca* (hualo), preponderante en las laderas y zonas interiores de la quebrada. En este sentido, a pesar que la mayor parte de las especies leñosas actualmente presentes y su cobertura, provienen de rebrotes y considerando también que se efectuó extracción de especies exóticas invasoras (*Pinus radiata*) en un sitio que ha sido objeto de ganadería intensiva e incendios forestales, es posible indicar en forma cualitativa, que el nivel de perturbación, es intermedio, es decir, se ubica entre el nivel de perturbación alto, que exhiben las zonas abiertas, sin cobertura arbórea colonizadas por especies herbáceas adventicias y arbustos pioneros y entre los remanentes de bosques principalmente caducifolios de laderas medias, que mantienen una riqueza, composición y recuperación de la estructura característica de bosques nativos relativamente bien conservados.

La quebrada elegida para la implementación de medidas que favorezcan la integridad ecológica, mantiene remanentes de dos tipos de bosques característicos de la cordillera de la costa: bosques esclerófilos y bosques caducifolios.

La siguiente fotografía de Drone (agosto 2020), permite apreciar la ubicación aproximada, de algunos ejemplares de ambos tipos de bosques, al interior del área de manejo. En ella se aprecia, que pequeños remanentes de especies caducifolias se concentran al interior de la quebrada y ejemplares esclerófilos rebrotadores, lo hacen en zonas abiertas adyacentes.

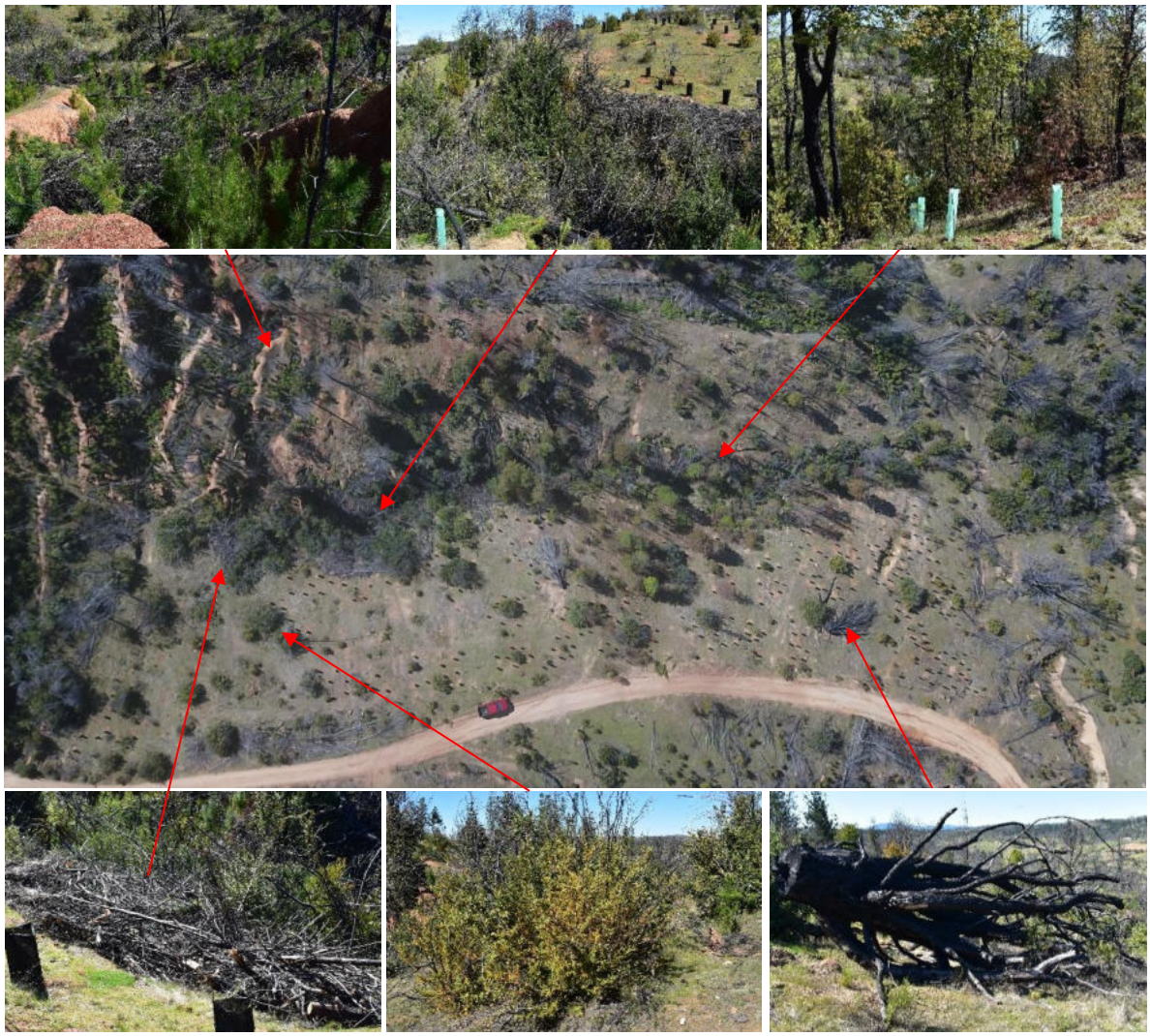


Fig. 18. Flechas rojas indican especies esclerófilas (con follaje más oscuro en la fotografía), especies caducifolias (con follaje verde claro en la fotografía), así como grandes troncos muertos de *Pinus radiata*, producto del incendio forestal de 2017. Asimismo, se indica el agrupamiento de esta madera quemada en los bordes de quebrada, las que se aprecian de color gris.

En este sentido, se considera que el área mantiene un gran potencial ecológico para la recuperación en una primera instancia, de la composición florística y cobertura arbórea, dada la presencia de pequeños núcleos boscosos caducifolios, uno de ellos inmediatamente adyacente al costado norte de la parcela y otro un poco más alejado, pero de mayor tamaño, ubicado hacia el costado sur, tal como se aprecia en la figura siguiente.

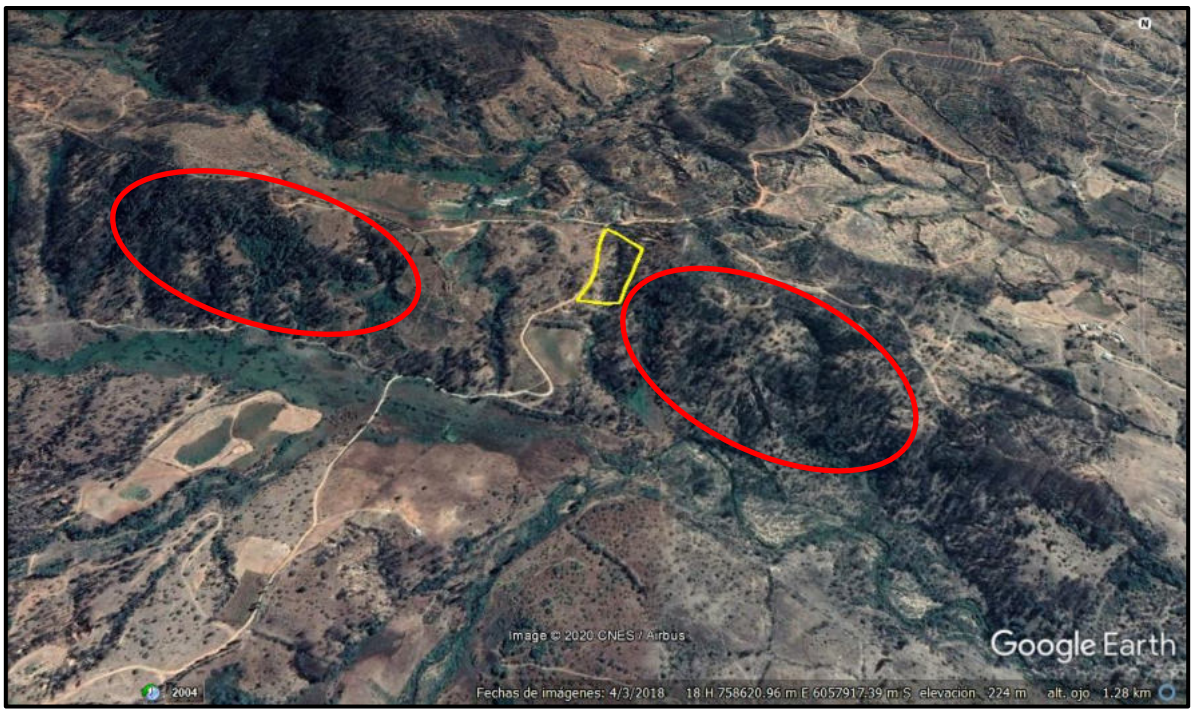


Fig. 19. Círculos color rojo indican remanentes de bosques caducifolios y esclerófilos de ladera. Polígono amarillo indica el área de manejo o parcela piloto.

A pesar que estos núcleos boscosos caducifolios están mezclados con matorrales esclerófilos e incluso en algunos sectores con plantaciones de *Pinus radiata*, mantienen una porción importante del contingente florístico original de este tipo de formaciones nativas y la mayor parte de las especies arbóreas ha rebrotado vigorosamente post-incendio.

A pesar que hasta el momento no se ha observado presencia de semillas, es probable que existan algunos individuos reproductivos que no se han detectado, aunque se reconoce que la mayor parte de los árboles corresponde a renovales cuyos DAP medios no sobrepasan los 30 cm. En sentido estricto y a escala de paisaje, estos núcleos boscosos remanentes no se encuentran muy distantes entre sí, ya que están a poco más de 300 metros y son parte de una misma unidad topográfica: una gran ladera con exposición sur, que, de acuerdo a las observaciones en terreno de grupos de árboles aislados, conformaban probablemente en el pasado un gran bosque continuo de tipo caducifolio.

Por otra parte, y considerando que uno de los objetivos del trabajo es fomentar la integridad ecológica del área de manejo, se ha dispuesto la mantención de algunos elementos estructurales para mejorar la calidad del hábitat de fauna, a modo de legados biológicos, tales como restos de grandes pinos quemados y caídos, para generar microhábitat que facilite la recolonización del sitio por parte de reptiles (especialmente lagartijas).

Complementariamente a ello, los restos de madera muerta de pinos más pequeños (presentes en gran cantidad en el área de manejo), fueron dispuestos al interior de la quebrada, principalmente en sectores de alta pendiente o escasa cobertura vegetal, a objeto que permanecieran como barrera mecánica a la escorrentía superficial de agua de lluvia que se produce durante el período invernal, tal como se aprecia en la imagen anterior.

6.6. Diseño de Plantación

El establecimiento de especies nativas, en sitios que son objeto de manejos con fines de restauración ecológica, constituye uno de los principales objetivos de las intervenciones para recuperar la cubierta vegetal original, en un ecosistema forestal que ha sido degradado, dañado o destruido (McDonald, *et al*. 2016). Actualmente, la mayor parte de los proyectos en este ámbito, consideran el diseño de plantación en núcleos o grupos de plantas, como una de las opciones más favorables, para mejorar la riqueza y cobertura de especies vegetales. Sin embargo, es necesario considerar que, al establecer las plantas en forma de núcleos, éstos deben conformarse, de acuerdo a la asociatividad natural que presentan las especies en el bosque natural.

Fig. **20.** Círculos de color rojo señalan los núcleos de individuos plantados en interior de parcela piloto. En la vertiente sur de la quebrada, una franja lineal en torno a la vegetación rebrotada, indica los ejemplares plantados paralelos a ésta.

Para el caso del área de manejo, se tiene que la especie dominante a nivel arbóreo, corresponde a *Nothofagus glauca* (hualo), el cual conforma bosques casi puros (como ha sido observado en algunos sectores del ecosistema de referencia), en los que comparte parcialmente el dosel, con especies siempreverdes como *Gevuina avellana* (avellano), *Lomatia dentata* (avellanillo) y eventualmente con esclerófilas como *Cryptocarya alba* (peumo). En menor medida y en áreas más desfavorables e intervenidas, aparecen también *Peumus boldus* (boldo) y *Quillaja saponaria* (quillay). En consecuencia y como se indicó previamente, aproximadamente el 90% de los ejemplares plantados, correspondieron a hualo. La distribución espacial (en terreno) de los ejemplares plantados, si bien consideró el uso de núcleos de árboles, éstos se dispusieron en general, siguiendo la distribución natural de las especies ya presentes en el terreno, tal como se aprecia en la fotografía anterior, donde a través de círculos de color rojo, se señala la ubicación de los ejemplares plantados, en torno a otro individuo ya preexistente, lo que implica una modificación del sistema Anderson (Corbin & Holl, 2012; CONAF, 2019). Para efectos prácticos, los núcleos estuvieron conformados de entre 5 plantas como mínimo y 25 plantas como máximo. Por otra parte, el tamaño de los núcleos y la densidad de plantas, consideró como otros criterios:

a. La densidad de plantas obtenida por el muestreo del ecosistema de referencia, es decir, bosque caducifolio de *Nothofagus glauca* (hualo) en ladera media.

b. La cantidad de individuos rebrotados *in situ* (tanto de especies esclerófilas como caducifolias) y la proporción de suelo descubierto entre ellos.

c. Porcentaje de éxito de establecimiento de especies nativas al ser plantadas, el cual va desde valores menores al 20% a valores por sobre el 30% en bosque esclerófilo para sitios abiertos (Becerra *et al.* 2018).

6.7. Diseño e instalación de artificios para aves

Dentro de los ecosistemas forestales, la fauna es uno de los componentes más importantes ya que participan en diferentes procesos ecológicos tales como dispersión de semillas, polinización, control biológico de insectos, lagomorfos, roedores, etc., así como en la herbivoría y ciclos de nutrientes. Debido a ello, pueden funcionar como indicadores de la integridad de los ecosistemas y de las estrategias de restauración ecológica que se implementan (Contreras-Rodríguez *et al*., 2017). Varias de las especies de fauna del secano interior y en particular de Rastrojos, fueron severamente afectadas por los incendios forestales de 2017 (CONAF, 2020b). Dentro de estos grupos, destacan las aves, que cumplen diversos roles ecológicos en los ecosistemas de los que forman parte. Algunas de ellas, al consumir frutos pulposos de plantas del bosque, actúan como dispersoras de semillas (García *et al*., 2009; Salvande *et al*. 2011), lo que puede ser de gran importancia en ecosistemas afectados por incendios forestales, particularmente en los ambientes mediterráneos de Chile central, donde varias especies de aves como *Mimus thenca* (tenca), *Turdus falcklandii* (zorzal), *Curaeus curaeus* (tordo), *Elaenia albiceps* (Fío fío), entre otras, son asiduas consumidoras de frutos de especies arbustivas y arbóreas, varias de ellas esclerófilas (Armesto *et al*., 1987). En otros casos, aves de dieta principalmente insectívora, actúan como reguladoras de poblaciones de estos artrópodos, algunos de los cuales afectan la sobrevivencia de plantas, al consumir su tejido foliar,

especialmente en las primeras etapas de crecimiento. Por otra parte, se tiene que muchos elementos estructurales del hábitat de las aves en Chile central, desaparecen a causa de los incendios forestales, especialmente árboles muertos en pie o caídos, troncos podridos y acopios de ramas, que pueden ser micrositios para alimentación, refugio o nidificación (Altamirano, *et al.* 2012). Con la finalidad de crear condiciones favorables de microhábitat para el retorno de especies de aves al área de estudio (Conaf, 2018) y fortalecer interacciones ecológicas a nivel comunitario, se diseñaron e instalaron tres tipos de artificios:

a. Cajas anideras para rapaces nocturnas

Se construyeron 3 casas anideras para Lechuza blanca (*Tyto alba*), que tienen un tamaño aproximado de 45x45x50 cm y fueron confeccionadas en terciado de 15 mm y pintadas de color verde oscuro. Cuentan con orificio de entrada de bordes redondeados y una percha para que el ave pueda posarse, además de pequeños agujeros de ventilación (Figueroa *et al.,* 2005).

b. Casas anideras para nidificadoras de cavidades

Se construyeron 12 casas anideras cuyos tamaños son de 20x20x25 cm, en madera de terciado de 15 mm pintado de color verde oscuro. Están pensadas para especies de aves pequeñas, como paseriformes (aves canoras) que nidifican en cavidades ú orificios en árboles o troncos podridos (Bonacic *et al*., 2016), la mayoría de los cuales desaparecieron productos de los incendios forestales.

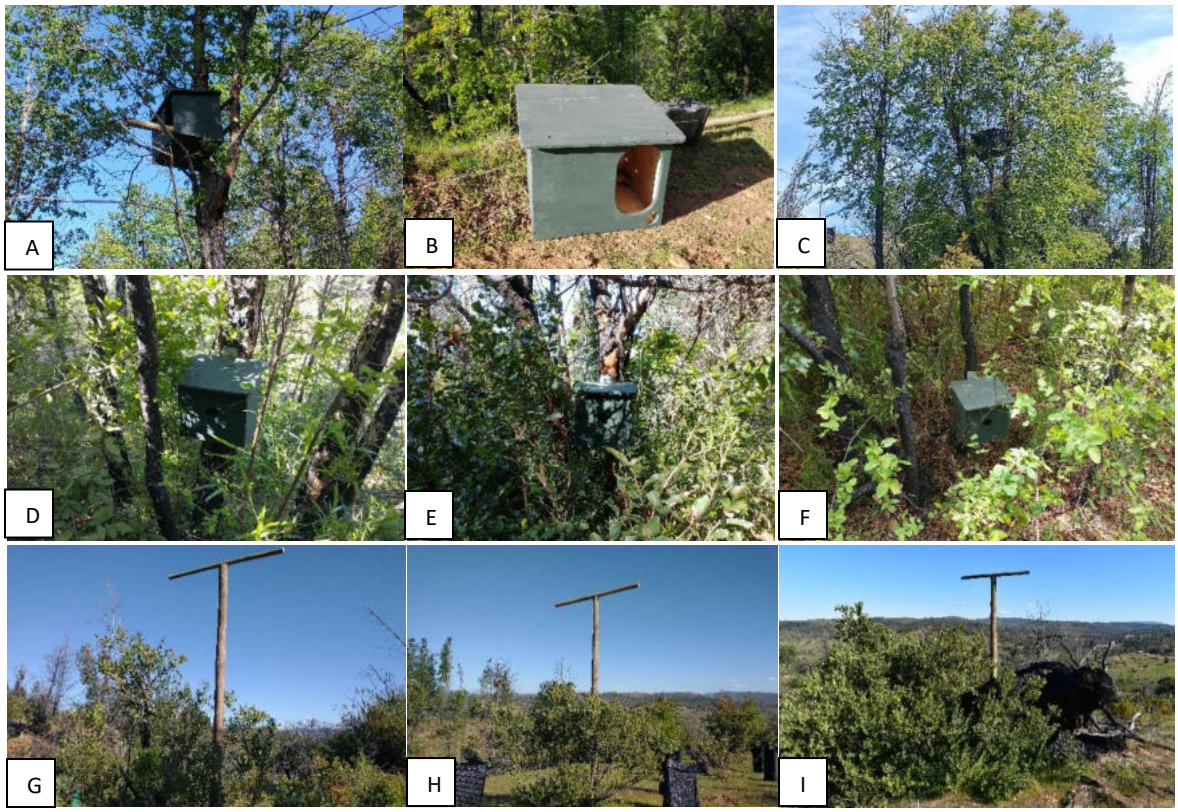


Fig. **21.** Fotos a, b y c. Casas anideras para aves rapaces nocturnas. Fotos d, e y f: casas anideras para aves insectívoras. Fotos g, h e i: Perchas en arbustos para aves dispersoras de semillas.

c. Perchas para aves dispersoras de semillas

Son artificios que constan de 1 polín de 3,5 metros de alto y 3-4 pulgadas de ancho, que va enterrado en el piso y otro polín pequeño de 1 metro de largo 2-3 pulgadas de ancho, que va clavado encima del anterior en forma transversal, a modo de una "T", cuya finalidad es que sirva como "posadero o percha" para aves paseriformes que consumen frutos pulposos y que tienen un rol de dispersores de semilla en bosques esclerófilos mediterráneos. Se instalaron 6 de estos artificios que fueron ubicados al borde o entre los rebrotes de especies arbóreas, que pueden servir de plantas nodrizas para la regeneración natural. La fecha de instalación de estos artificios correspondió a inicios de octubre de 2020, temporada de primavera, lo que es coincidente con el incremento de actividad de las aves y formación de frutos carnosos en arbustos y árboles (Zanini y Ganade, 2005). Se construyeron e instalaron 21 artificios para aves: 3 fueron casas anideras para Lechuza blanca (*Tyto alba*), 12 fueron casas anideras para aves nidificadoras de cavidades (insectívoras) y 6 fueron perchas para aves dispersoras de semillas (Anexo 6). El detalle de estos artificios es el siguiente:

Tabla 7. Antecedentes de los artificios para mejoramiento de hábitat de fauna

Elemento	**Cantidad total**	**Símbolo en plano**
Casas anideras para rapaces nocturnas	3	Círculo rojo
Casas anideras para aves insectívoras	12	Círculo amarillo
Perchas para aves dispersoras de semillas	6	Círculo violeta
Número total de elementos	21	

La ubicación de los artificios en cada uno de los sitios es el siguiente:

a. **Ecosistema de referencia:** 4 artificios, siendo 1 Casa Anidera para aves rapaces (Lechuza blanca) y 3 casas anidaras para paseriformes nidificadoras de cavidades.

b. **Parcela Piloto**: 14 artificios; siendo 1 casa anidera para aves rapaces (Lechuza blanca), 6 perchas (posaderos) para dispersores de semilla y 8 casas anideras para nidificadoras de cavidades.

c. **Fragmento de B. Caducifolio**: 3 artificios de los cuales 1 fue Casa Anidera para aves rapaces (Lechuza blanca) y 2 fueron casas anideras para paseriformes nidificadoras de cavidades.

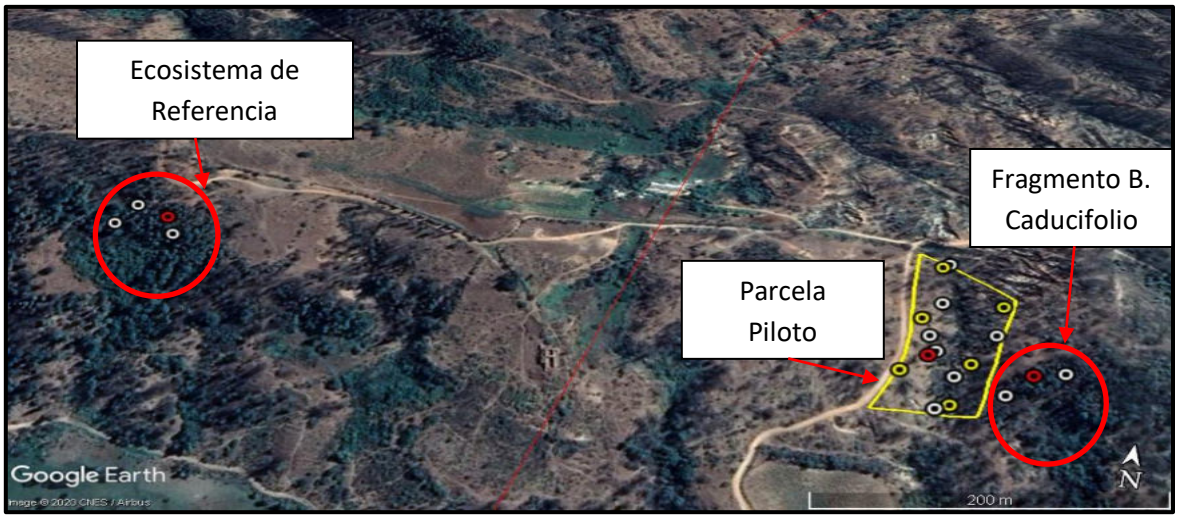


Fig. **22.** Círculos de color rojo señalan ubicación de cajas anideras para lechuza blanca (*Tyto alba*); círculos blancos indican ubicación cajas anideras para paseriformes y círculos amarillos indican ubicación de perchas.

6.8. Monitoreo Componente flora

6.8.1. Sobrevivencia

Durante la última semana de agosto y la primera de septiembre de 2020, la "Parcela Piloto" fue enriquecida con la plantación de 700 individuos arbóreos distribuidos entre la especie caducifolia *Nothofagus glauca* (hualo) con el 90% de los ejemplares y de las esclerófilas *Lithrea caustica* (litre) y *Peumus boldus* (boldo), con aproximadamente el 10% restante.

Durante la plantación, todos los individuos se encontraban vivos, es decir, las 700 plantas equivalentes al 100%. De este total, fueron objeto de monitoreo 230 plantas que representan el 33%. Para el Monitoreo N°1 efectuado en el mes de diciembre, la sobrevivencia fue del 77,4%, con 178 plantas vivas y 52 plantas con su parte aérea seca (aparentemente muertas) y equivalentes a 22,6%, lo que se aprecia en la Figura 23. Para el Monitoreo N°2, efectuado en febrero, la sobrevivencia alcanzó el 57,4%, con 132 plantas vivas, mientras la mortalidad se incrementó al 42,6% con 98 plantas secas (Fig.23).

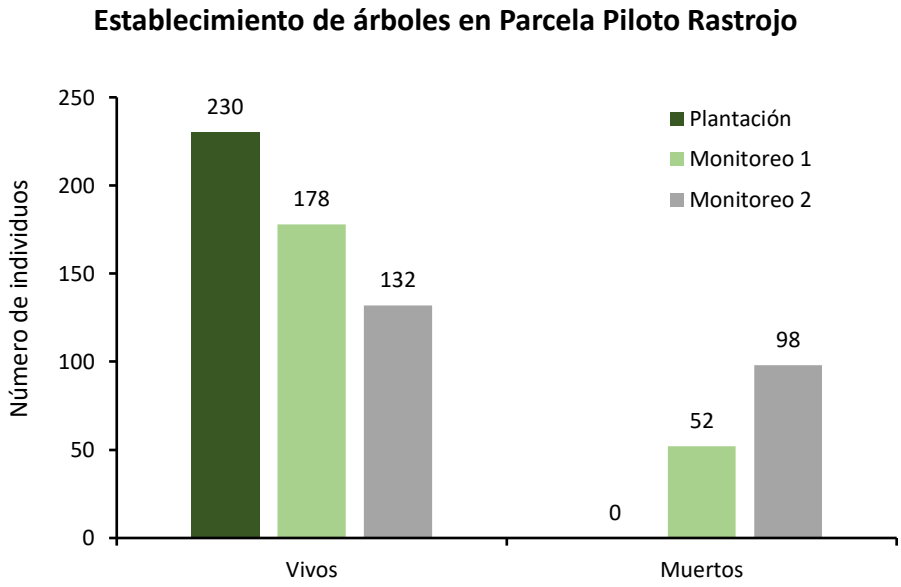


Fig. 23. Establecimiento de plantas en "Parcela Piloto" al mes de febrero 2021.

6.8.2. Crecimiento

Para evaluar este indicador, se establecieron 5 clases de altura (cm): 10-20; 20-30; 30-40; 40-50 y 50-60 cm. Durante la plantación, el promedio de altura de los 230 individuos fue de 33,4 cm., el ejemplar más alto tuvo 63,4 cm y el más bajo 13,2 cm. Los cambios en altura experimentados por los individuos plantados se aprecian en el Gráfico 2. De él se desprende que durante la plantación y hasta antes del Monitoreo 1, un total de 171 plantas equivalentes a 74,3% medían entre 10 y 40 cm., mientras las 61 plantas restantes que representan el 25,7%, midieron entre 41 y 60 cm.

Para el Monitoreo 1, se observó que la altura promedio de las plantas fue 38,1 cm., es decir, un incremento en altura de 4,7 cm. El individuo más alto midió 77 cm. y el más bajo 14,5 cm. Durante el Monitoreo 2, la altura promedio fue de 40,5 cm., con un incremento de 2,4 cm., mientras el individuo más bajo midió 10 cm. y el más alto 78 cm.

Como era esperable, la distribución de altura cambió hacia individuos de mayor tamaño, por cuanto ahora disminuyó el número de ejemplares en las primeras 2 categorías, es decir, 10-20 y 20-30 cm., mientras se incrementó el número de plantas en las categorías 3 y 4, es decir, que midieron entre 30-40 cm y especialmente entre 40-50 cm., agrupando a 195 individuos equivalentes a 84,7% del total.

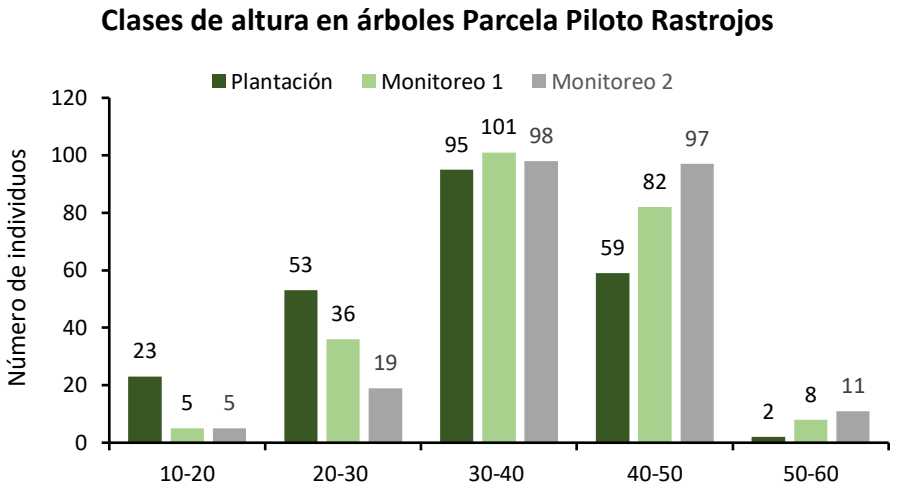


Fig. 24. Clases de altura en 230 plantas en "Parcela Piloto" entre septiembre 2020 y febrero 2021.

6.8.3. Estado sanitario

Marchitamiento

Durante este segundo Monitoreo, se evidenció una disminución en el número de plantas con proceso de marchitamiento, el que llega a 32 ejemplares, es decir, 43 individuos menos que durante el Monitoreo 1, que llagó a 75 plantas afectadas.

Foto 22. Planta sana.

Foto 23. Marchitamiento avanzado.

Foto 24. Marchitamiento total.

Al igual que durante el primer monitoreo, la categoría de 0-25% de daño, fue la que agrupó el mayor número de plantas, ahora con 21 individuos equivalentes a 15,9%. Luego el segundo mayor número de individuos se encuentra compartido entre las categorías 25-50% y 50-75%, que agrupan en conjunto a 10 plantas que representan el 7,5%, con 5 plantas en cada una de ellas. En la tercera categoría se encuentra sólo 1 planta cuyo marchitamiento es alto, abarcando entre el 75-100% de nivel de daño. Estos resultados, destacan que el nivel de daño por marchitamiento, se concentra en los individuos con 0-25%, es decir, un daño que se encuentra en sus etapas iniciales de afectación.

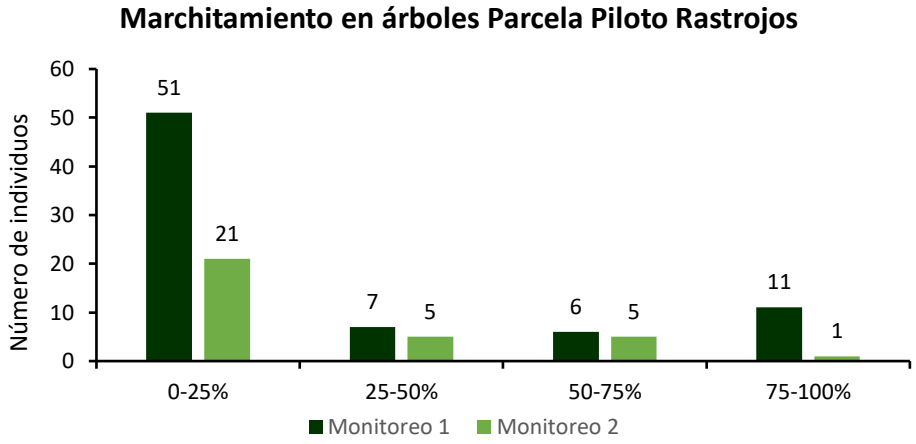


Fig. 25. Marchitamiento en plantas en "Parcela Piloto" a febrero 2021.

Clorosis

Para clorosis, durante este Monitoreo 2, se observó un incremento en el número de plantas afectadas, que alcanzó a 36 individuos, con 23 plantas más que durante el Monitoreo 1. La distribución del nivel de daño se concentra en la etapa inicial, es decir, con plantas que exhiben entre un 0-25% de afectación, donde se ubican 24 plantas.

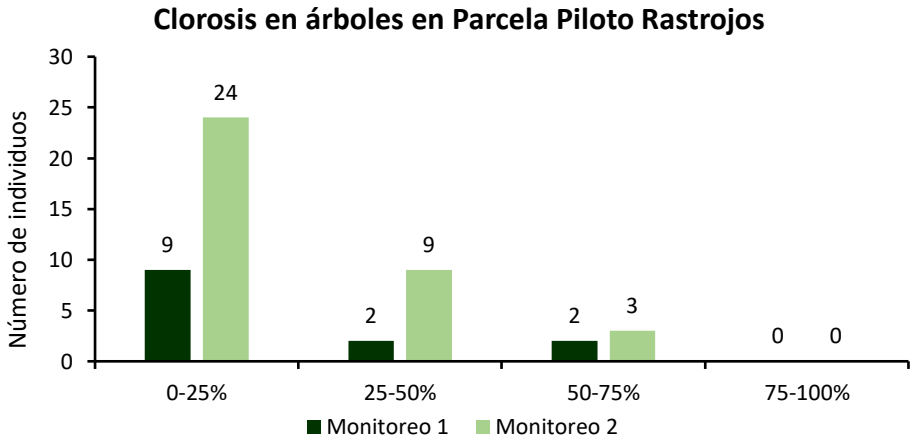


Fig. 26. Clorosis en plantas en "Parcela Piloto" a febrero 2021.

Luego, en la categoría con daño entre 25-50%, se observaron 9 plantas, mientras en la categoría de 50-75%, sólo hubo registro de 3 individuos. No hubo individuos con nivel de daño entre 75-100%.

6.8.4. Integridad física

Quemadura por sol

Al igual que durante el Monitoreo 1, durante este segundo monitoreo, esta variable fue la de mayor incidencia en los individuos plantados, ya que hubo 95 plantas que lo mostraron, las que representan un 71,9% del total (n=132), a diferencia de las 46 del primer monitoreo. Sin embargo, el nivel de daño se concentró en la primera categoría, es decir, con 63 plantas que mostraron una afectación de entre 0-25%. Luego, en segundo lugar, están 30 plantas de la categoría de daño entre 25-50% y finalmente sólo 2 plantas que mostraron entre un 50-75% de daño. Por otra parte, no hubo plantas con nivel de daño entre 75-100%. El nivel de daño por quemaduras se aprecia en la Figura 27 y se distribuyó de la siguiente forma.

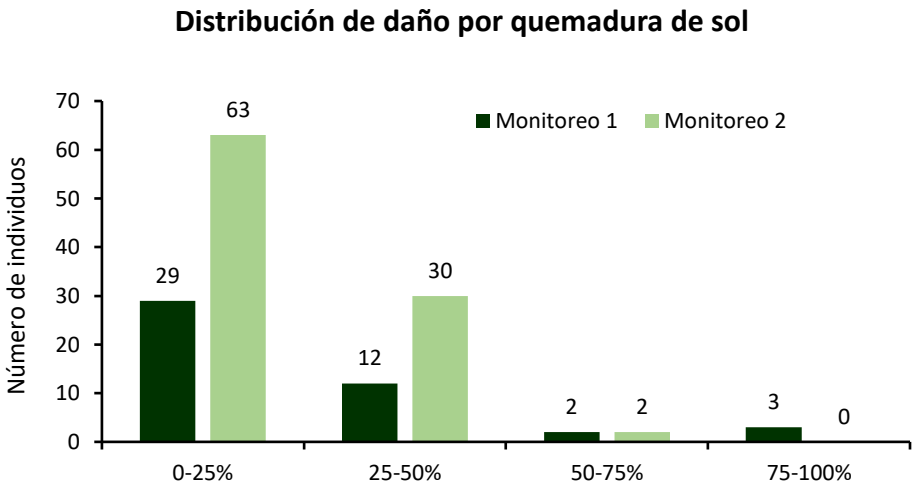


Fig. 27. Quemadura de sol en plantas en "Parcela Piloto" a febrero 2021.

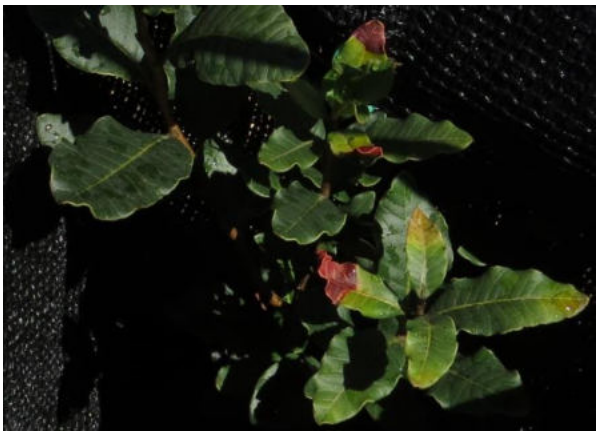


Foto 25. Quemadura en parte superior hojas.

Foto 26. Planta bajo sombra, sin quemaduras.

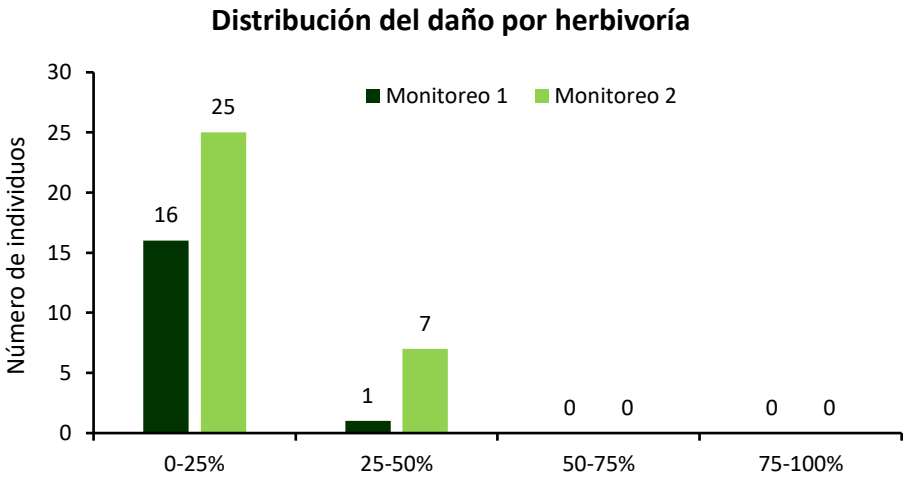


Fig. 28. Daño por herbivoría en plantas en "Parcela Piloto" a febrero 2021.

Herbivoría

La herbivoría tuvo baja incidencia en los individuos plantados, ya que sólo un total de 17 plantas equivalentes a 7,4% del total, la exhibieron. De ellas, 16 plantas están en la categoría 0-25% de daño, equivalentes a 7%, mientras 1 planta está en la categoría de entre 25-50%, representativa de 0,4%.

Foto 27. Planta de hualo con herbivoría inicial.

Foto 28. Hualo con herbivoría foliar avanzada.

Daño mecánico

Finalmente, para este Monitoreo 2; se aprecia que, únicamente 34 plantas equivalentes a 25,7% de un total de 132 evaluadas vivas, presentan parte de su estructura quebrada, principalmente el ápice. Este número sobrepasa sólo en 2 individuos, a las 32 plantas quebradas el Monitoreo 1.

6.9. Monitoreo Componente fauna

6.9.1. Ocupación de casas anideras

La ocupación de casas anideras para aves, experimentó un incremento para el Monitoreo 2, ocurrido a fines de febrero de 2021, ya que de un total de 15 casas anideras instaladas en Rastrojos (12 para aves insectívoras y 3 para aves rapaces nocturnas), 8 han sido ocupadas, lo que representa un 53,3% de ocupación, con 3 casas más ocupadas, con respecto al monitoreo 1, efectuado en diciembre 2020. Estas 8 casas fueron ocupadas íntegramente por aves insectívoras (*Troglodytes aedon*: Chercán) para la construcción de nidos. Fotografías de esta ocupación se aprecian en el texto inferior y también en el Anexo 9.

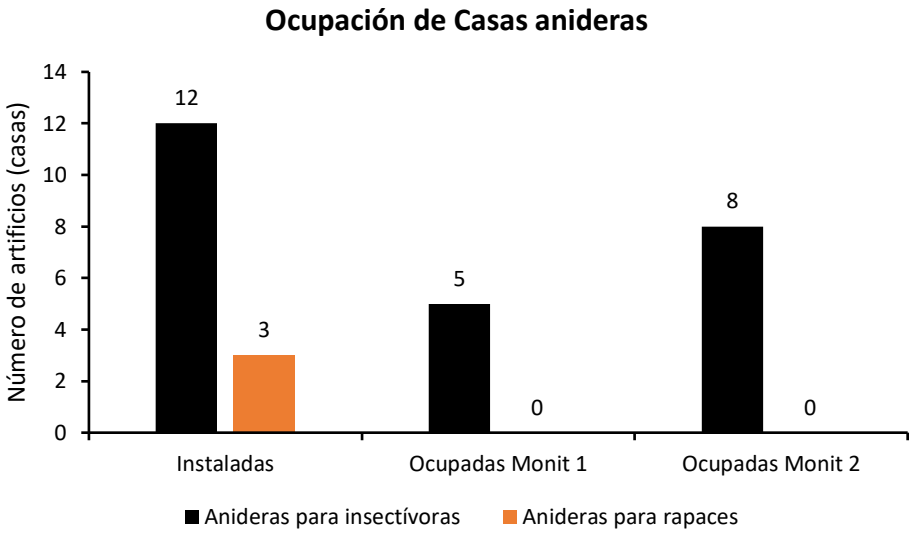


Fig. 29. Ocupación de casas anideras en Rastrojo Alto, a febrero 2021.

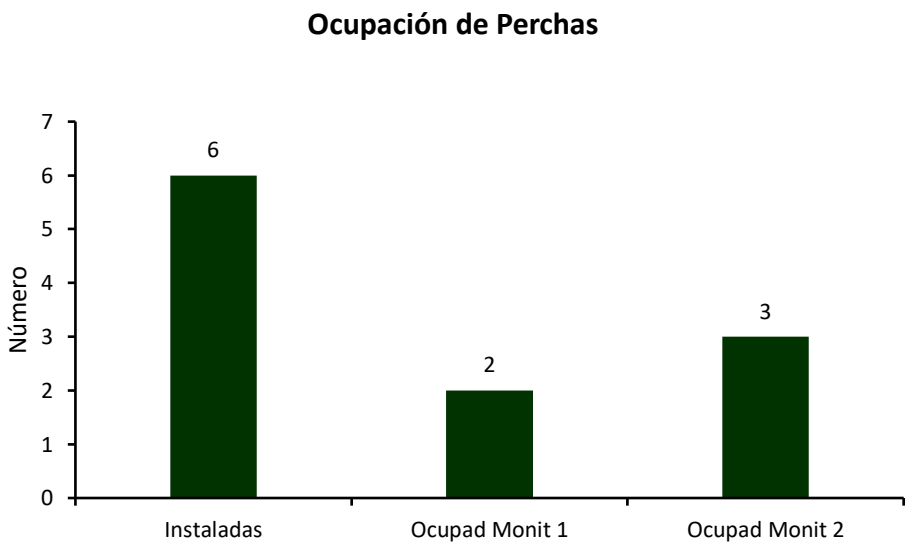
Foto 29. Casa anidera con ocupación.

Foto 30. Casa anidera con material.

Foto 31. Restos de hojas y ramas.

6.9.2. Ocupación de Perchas

Como se indicó previamente, la instalación de Perchas tuvo como objetivo favorecer el uso de estas estructuras como "posaderos", de aves presentes en Rastrojo Alto, especialmente aquellas especies con rol como "dispersoras" de plantas de especies arbustivas y arbóreas de frutos pulposos. Estas estructuras consistentes en una "T" en altura y elaborada de madera impregnada, fueron ubicadas entre la regeneración vegetativa post-incendio de árboles como *Lithrea caustica* (litre), *Peumus boldus* (boldo) y arbustos como *Azara integrifolia* (corcolén) y *Escallonia pulverulenta* (corontillo). De las 6 Perchas instaladas al interior de la "Parcela Piloto", se ha observado el uso en 3 de ellas, es decir, en un 50%, incluso con registro fotográfico en un caso (*Sturnella loyca*: Loica). Fotografías de respaldo se presentan a continuación y en el Anexo 9.



Además del registro fotográfico de especies de aves posadas en las "Perchas", es posible verificar su uso a través de la presencia de guano que se observa bajo estas estructuras, como manchas de color blanquecino que se ubican en el suelo.

Foto 32. Loica posada en percha.

Foto 33. Percha entre rebrotes.

Foto 34. Percha ubicada in situ.

7. Discusión y proyecciones

Los antecedentes presentados en párrafos anteriores, permiten aseverar que la localidad de Rastrojo, así como gran parte del paisaje en el secano interior de la Región del Maule, presentan niveles muy avanzados de degradación, evidentes en fenómenos como erosión severa del suelo, presencia de cárcavas, pérdida de cobertura vegetal leñosa, fragmentación de los bosques remanentes y proliferación de especies exóticas invasoras, entre otros. Esta situación gatillada por una explotación histórica, también ha sido incrementada por un uso actual desmedido e intensivo (San Martín y Donoso, 1997). A ello se agrega la ocurrencia de grandes disturbios que durante las últimas décadas se han vuelto recurrentes, como incendios forestales, con impactos de diversa magnitud en la composición, estructura y funcionamiento de ecosistemas ya degradados por causas antrópicas (CONAF, 2017).

A pesar de esta situación, en los paisajes del secano interior, aún permanecen muestras de ecosistemas boscosos, que, aunque fragmentados, mantienen parte de la biodiversidad original y se han convertido en hábitat de diversas especies de flora y fauna, algunas amenazadas o de características ecológicas singulares (Simonetti, 2006). La mayoría de estos remanentes de vegetación arbórea, se ubican naturalmente en zonas de quebradas y laderas pronunciadas, así como también en zonas ribereñas a cursos de agua, por lo que adquieren un rol clave para la conectividad entre hábitats y el flujo de especies y propágulos (Mucina *et al*. 2017).

Bajo estas consideraciones y con la finalidad de conocer las restricciones y potencialidades que presenta el paisaje para la implementación de acciones de restauración, se inició en la comuna de San Javier, localidad de Rastrojos, un trabajo para la identificación de zonas de interés para la conservación, sobre la base de las características de la vegetación, especialmente superficie y tipo de remanentes boscosos, lo que permitió una primera aproximación hacia el conocimiento de la biodiversidad local, a través del componente florístico-vegetacional, el que fue luego complementado, con una identificación de las especies de fauna silvestre y su asociación a diferentes ambientes, los que fueron catalogados como “hábitat” en función de su presencia y tipo de actividad en ellos.

Por otra parte, entendiendo que la fauna y especialmente la vegetación, establecen relaciones estrechas con el suelo en el que se desarrollan, es que el diagnóstico de la biodiversidad de estas zonas, fue complementado con un estudio descriptivo de los suelos y sus niveles de erosión.

Esta caracterización, que intentó visualizar de manera "integrada" los componentes suelo, flora y fauna, permitió dimensionar el valor del paisaje y las condiciones en que se encuentra para la implementación de acciones de restauración ecológica, es decir, aquellas orientadas a favorecer la recuperación de la composición y estructura de ecosistemas forestales remanentes y la reactivación de procesos ecológicos afectados por perturbaciones recientes, como el mega incendio forestal de 2017. Esta visión "integrada" del territorio, ha permitido reconocer que, para lograr mayor efectividad de las medidas de manejo, se podría considerar intervenciones a escala local, que tuviesen incidencia simultánea en esos 3 componentes, dado su alto nivel de interdependencia e impacto en los procesos de sucesión ecológica (Armesto *et al*. 1994).

Por esta razón, la descripción de los suelos fue importante para conocer su alta susceptibilidad a la erosión y estado de deterioro, con pérdida de materia orgánica, así como baja capacidad de retención de humedad. A su vez, estos antecedentes fueron la base para priorizar acciones para su estabilización, entre ellas construcción de empalizadas y diques de contención, especialmente en cárcavas y quebradas muy degradadas. De igual forma, las acciones de enriquecimiento con especies forestales nativas, desarrolladas al interior de una unidad piloto demostrativa, contemplaron manejo del suelo a nivel de la casilla de plantación, con aporte de materia orgánica, fertilización sistémica, aplicación de hidrogel, mulch en superficie y protección de cada planta con malla para sombra, de manera de favorecer la sobrevivencia de los individuos y atenuar el impacto de las limitantes edáficas, climáticas y de cobertura vegetal arbórea. A ello se agregó la exclusión de ganado mediante cercado perimetral.

Por otra parte, la identificación de formaciones boscosas remanentes y la descripción de su composición y estructura, permitió un acercamiento a un modelo o "ecosistema de referencia" que pudiese orientar las intervenciones, en términos de definir con cuáles especies enriquecer las áreas degradadas, en qué proporción se deben usar y cuál es el modelo de distribución espacial que podría ocuparse.

Junto a ello, las observaciones permitieron detectar en la vegetación un alto nivel de resiliencia post-incendio, evidente en el vigoroso crecimiento de rebrotes en especies esclerófilas (lignotúber) y la reaparición de abundante tejido foliar en las copas, para el caso de las especies caducifolias.

Estos procesos, demuestran una recuperación rápida, aunque parcial, de la cobertura vegetal en diferentes estratos, ya que, junto a los árboles, también los arbustos, así como las plantas trepadoras y herbáceas han reaparecido dentro de los remanentes de bosques quemados, manteniendo gran parte de la composición original.

Sin embargo y bajo esta visión un poco más "integradora" del ecosistema y desde la perspectiva de la fauna, se observó que algunos de los escasos elementos estructurales del hábitat forestal, desaparecieron a causa del incendio, entre ellos, árboles muertos en pie o con avanzados procesos de pudrición, los que son usados por diversas especies de fauna que habita y/o nidifica en cavidades, especialmente aves (Altamirano *et al*. 2012).

Para abordar este factor limitante, uno de los manejos implementados, consistió en la instalación de "casas anideras" para aves insectívoras, tales como *Troglodytes aedon* (chercán) y *Anairetes parulus* (cachudito), entre otras, así como para aves rapaces nocturnas como *Tyto alba* (Lechuza blanca). Para el caso de aves con un rol dispersor de semillas, como *Mimus thenca* (tenca), *Turdus falcklandii* (zorzal) y *Curaeus curaeus* (tordo), se dispuso de perchas o posaderos, ubicados estratégicamente entre rebrotes de árboles o arbustos, considerando el rol que éstos podrían cumplir como plantas nodrizas (Gómez-Aparicio *et al*., 2004; Holmgren *et al*. 1997).

Sin embargo, es necesario considerar, que antes de implementar este tipo de manejos y obtener resultados favorables, es necesario contar con una mínima base de información sobre la composición, estructura y situación actual de los ecosistemas remanentes, que permita identificar las acciones adecuadas, definir donde efectuarlas, y con qué nivel de intervención, considerando, además, el alcance y restricciones de dicho trabajo, ya que no es posible favorecer a todas las especies ni todos los procesos, sino más bien, disminuir la incidencia de algunos factores limitantes (Mucina *et al.* 2017).

De los elementos anteriormente indicados, es posible destacar la utilidad de adoptar una visión integradora de los componentes suelo, vegetación y fauna, de forma de definir acciones que confluyan a abordarlos de manera simultánea, a objeto de potenciar su recuperación conjunta. En este sentido, las intervenciones deben considerar el estado de deterioro o alteración de cada componente para mejorar esta condición en la medida de lo posible.
Entre los elementos a considerar, se podría mencionar:

a. Identificar y abordar las amenazas críticas y/o los factores limitantes que impiden o dificultan la recuperación post-disturbio, como por ejemplo presencia de ganado, corta de madera para leña/carbón, colonización por especies exóticas invasoras, pérdida estival de humedad del suelo, escasa o nula cobertura vegetal leñosa, entre otras.

b. Implementar acciones para mejorar las condiciones *in situ* de algunos componentes (ej. suelo), que luego tienen incidencia en los resultados de otras acciones posteriores como replantación o enriquecimiento con especies nativas. Entre ellas, mejorar el déficit de nutrientes, incrementar los bajos niveles de materia orgánica, disminuir la compactación, entre otros. Esto, al menos en los sitios de plantación (casillas).

c. Respecto del proceso de plantación o enriquecimiento, un factor crítico para las plantas en toda la zona mediterránea, es la escasez de agua durante al menos 5 meses y esto se vuelve determinante en el secano interior, en donde las temperaturas estivales y la radiación solar son muy altas, provocando que los suelos pierdan humedad de manera muy acelerada y las plantas experimenten estrés hídrico.

d. En este sentido las experiencias de plantación deben considerar no sólo la composición botánica original de los ecosistemas dañados, sino también la factibilidad de que las especies elegidas soporten las restricciones antes indicadas, según su carácter sucesional y el estado de alteración o conservación de los sitios elegidos para intervenir. No es lo mismo plantar en un suelo descubierto y que recibe alta radiación solar todo el día, que hacerlo en un sitio con árboles o arbustos dispersos que otorguen cierto nivel de cobertura inicial.

e. Un aspecto relevante derivado de la experiencia de este proyecto, es que el momento del año en que se efectúa la plantación es importante, ya que idealmente debería ser temprano en el invierno, para dar tiempo a que las nuevas plantas ubicadas generalmente en condiciones desfavorables en terreno, puedan desarrollar adecuadamente su sistema radicular, antes de la llegada de las altas temperaturas y radiación solar. Una manera de acelerar este proceso, es entregar fertilización que estimule la expansión radicular, lo que muchas veces no ocurre ya que se enfatiza un crecimiento del módulo aéreo de la planta.

f. Asimismo y considerando que en la mayoría de los casos no es posible la aplicación de riego estival debido al alto costo, se requiere brindar una adecuada sombra a las plantas, para disminuir la pérdida de agua por transpiración. Ello es posible mediante uso de mallas, shelter o inclusive plantando bajo la sombra de arbustos de gran follaje o árboles de copa amplia, que pueden actuar a modo de plantas nodrizas, especialmente en las etapas tempranas del establecimiento.

g. Para el caso de esta experiencia piloto, la ubicación del sitio de intervención (enriquecimiento), también consideró la perspectiva del paisaje y la factibilidad futura de conectividad con remanentes de bosque nativo principalmente caducifolio, que se mantienen en laderas pronunciadas y convergen en quebradas que funcionan a modo de “corredores biológicos”, conectando fragmentos de vegetación nativa que sirven de hábitat de diversas especies.

h. Es posible indicar que, a partir de este trabajo que ha tenido un carácter de experiencia “piloto”, se abren nuevas perspectivas para abordar la recuperación de segmentos del paisaje o ecosistemas degradados por incendios forestales, a través de intervenciones que consideren algunos de sus componentes (suelo, vegetación y fauna) de manera integrada, de tal forma de potenciar la “sinergia” entre ellos y favorecer la activación de interacciones y procesos ecológicos.

i. Finalmente, es necesario destacar la importancia del rol que desempeñan instituciones como CONAF, INIA o INFOR, para intervenir el territorio rural y favorecer los procesos de recuperación de áreas degradadas por incendios forestales ú otras perturbaciones que ponen en riesgo ecosistemas y especies, a través de iniciativas de restauración o manejo intra predial. En este aspecto, la asignación de recursos o generación de programas y líneas de trabajo se vuelve fundamental para llevar adelante este tipo de intervenciones.

8. Bibliografía

ALTAMIRANO, T., J.T. IBARRA, K. MARTIN & C. BONACIC. 2012. Árboles viejos y muertos en pie: un recurso vital para la fauna del bosque templado de Chile. La Chiricoca N°15.

ANDEL, J.V. & J. ARONSON. 2006. Restoration Ecology: The New Frontier. 2 Edition. Wiley.

ARMESTO, J., R. ROZZI, P. MIRANDA AND C. SABAG. 1987. Plant/frugivore interactions in South American temperate forest. Revista Chilena de Historia Natural 60:321-336.

ARMESTO, J.J., P.E. VIDIELLA and HECTOR E. JIMÉNEZ. 1994. Evaluating Causes and Mechanisms of Succesion in the Mediterranean Regions in Chile and California. In: Ecology and Biogeography of Mediterranean Ecosystems in Chile, California and Australia. Mary T. Kalin Arroyo, Paul H. Zedler y Marilyn D. Fox. Editors. Ecological Studies: V. 108. 455 pp.

BECERRA, P., C. SMITH-RAMÍREZ & E. ARELLANO. 2018. Evaluación de técnicas pasivas y activas para la recuperación del bosque esclerófilo de Chile Central. Corporación Nacional Forestal, Imprenta Edición, Santiago, Chile. 88 pp.

BONACIC, C., LEICHTLE, J., ARCOS, N., MUÑOZ, A.E. y ARELLANO, E. 2016. Medidas de Manejo para Conservación y Fomento de la Biodiversidad Predial. En: Muñoz, A.E., ARELLANO, E., BONACIC, C. manual de Conservación de Biodiversidad en Predios Agrícolas de Chile Central. Santiago de Chile, pp 92-110.

CONAF, 2017. Afectación de los incendios forestales en la vegetación y otros tipos de uso del suelo. Regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O"Higgins, Maule, Bíobío y la Araucanía. Período de análisis: 01 de enero al 10 de febrero de 2017. Meza, A.; Herrera, R.; Grimberg, M.; Larenas, A. programa Nacional de Restauración Ecológica. Informe Preliminar. Santiago, Chile. 28 p.

CONAF. 2018. Actividades de Mejoramiento de Hábitats para la Fauna Silvestre. Documento de Trabajo. Proyecto PYT 2017-0733, CONAF-FIA. Proyecto Piloto de Innovación Territorial en Restauración Post-Incendios para la Región del Maule 2017-2020.

CONAF. 2019. Plan de Acción Post-Incendio en Bosques y Formaciones Vegetacionales Esclerófilas y Proyectos Pilotos de Rehabilitación Ecológica en Bosques Quemados. Documento Técnico. Departamento de Desarrollo y Fomento Forestal, Región de O"Higgins. 42 pp.

CONAF. 2020a. Informe Diagnóstico de Cárcavas Sector de Rastrojo, comuna de San Javier, Provincia de Linares, Región del Maule. Proyecto PYT-2017-0733 "Piloto de Innovación Territorial en Restauración Post-Incendio, Región del Maule". 87 pp.

CONAF. 2020b. Informe N°1. Fauna Vertebrada en "Quebradas del Sector de Rastrojo", Comuna de San Javier, Provincia de Linares, Región del Maule". Proyecto PYT-2017-0733 "Piloto de Innovación Territorial en Restauración Post-Incendio, Región del Maule". 64 pp.

CONTRERAS-RODRÍGUEZ, S., TULANDE-M., E., BERNAL-HERNÁNDEZ, H., SESQUILÉ, E., PINZÓN, P., ALBARRACÍN-CARO, J.F., BARRERA-CATAÑO, J.I., 2017. La fauna en procesos de restauración ecológica: un abordaje teórico-práctico desde la Escuela de Restauración Ecológica. Boletín REDCRE. 11(3):13-20.

CORBIN., J.D. & HOLL, K.D. 2012. Applied nucleation as a forest restoration strategy Forest Ecology and Management 265. 37–46 pp.

DEL POZO, A. & P. DEL CANTO. 1999. Áreas Agroclimáticas y Sistemas Productivos en la VII y VIII Regiones. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura.

ESPINOZA, N. Malezas Presentes en Chile. 1996. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

HECHENLEITNER, P., M.F. GARDNER, P.I. THOMAS, C. ECHEVERRÍA, B. ESCOBAR, P. BROWNLESS & C. MARTÍNEZ A. 2005. Plantas Amenazadas del Centro-Sur de Chile. Distribución, Conservación y Propagación. 188 pp.

FIGUEROA, R.A., R. MURÚA, R. SCHLATTER, M. BRIONES, R. FIGUEROA, J. RUIZ, E.S. CORALES, A. CENTRÓN & DEVIA L. 2005. Manual de construcción de cajas anideras para aves rapaces-promoviendo el biocontrol de hantavirus. Proyecto FONDEF-UACH-SAG, Valdivia, Chile.

FUENTES, E. Y S. PRENAFETA. 1988. Ecología del paisaje en Chile central. Eds. Universidad Católica de Chile. 124 pp.

FUENTES, E. 1994. ¿Qué futuro tienen nuestros bosques?. Hacia la gestión sustentable del paisaje del Centro y Sur de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. 290 pp.

FUENTES, E.R.; JACKSIC F.M. AND J.A. SIMONETTI. 1983: European rabbits versus native rodents in Central Chile: effects on shrub seedling. Oecologia 58: 411-414.

FUENTES, N., P. SÁNCHEZ, A. PAUCHARD, J. URRUTIA, L. CAVIERES y A. MARTICORENA. 2014. Plantas Invasoras del Centro-Sur de Chile: Una Guía de Campo. Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB), Concepción, Chile.

GAJARDO R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 165 p.

GARCÍA, D., R. ZAMORA AND G. C. AMICO. 2009. Birds as suppliers of Seed Dispersal in Temperate Ecosystems: conservation Guidelines from Real-Word landscapes. Conservation Biology: DOI: 10.1111/j.1523-1739.2009.01440.x Disponible en: http://www.reginozamora.es/wp-content/uploads/2010/04/Garciaetal2010ConsBiol1.pdf

GÓMEZ-APARICIO, L., ZAMORA, R., GÓMEZ, J.M., HÓDAR, J.A., CASTRO, J., BARAZA, E. 2004. Applying plant facilitation to forest restoration in Mediterranean ecosystems: a meta-analysis of the use of schrubs as nurse plants. Ecol. Appl. 14, 1128-1138.

HOLMGREN, M., SCHEFFER, M., HUSTON, M.A. 1997. The interplay of facilitation and competition in plant communities. Ecology 78, 1966-1975.

McDONALD, T., GANN G.D., JONSON, J., & DIXON, K.W. 2016. International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2018. Planificación Ecológica de la Infraestructura Ecológica de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos y Programa Regional de Prioridades de Restauración Ecológica en el Contexto de los incendios de la temporada 2016-2017: Aplicación en la Región del Maule. Informe Final. Universidad de Concepción. 131 pp.

MUCINA, L. BUSTAMANTE-SÁNCHEZ, M.A., DUGUY, B., HOLMES, P., KEELER-WOLF, T., ARMESTO, J.J., DOBROWOLSKI, M. GAERTNER, M., SMITH-RAMÍREZ, C. & VILAGROS, A. 2017. Ecological restoration in mediterranean-type schrublands and woodlands. In: Allison, S. & Murphy, S. (eds.), Routledge Handbook of Ecological and Environmental Restoration. Taylor & Francis, Abingdon, UK, pp 173-196.

MUELLER-DOMBOIS, D. & H. ELLENBERG. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. 547 pp.

MUESO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL. 1998. Boletín N°47. Número Especial. 147 pp.

NOSS, R. F. 1990. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. Conservation Biology. Vol 4(4):355-364.

ODUM, E. P., FINN, J. T. & FRANZ E. H. 1979. Perturbation theory' and the subsidy-stress gradient. Bioscience 29. 349-52

OVALLE, C. 1994. Características Ecológicas y la Acción del Hombre en el Secano Interior. En: La Agricultura del Secano Interior. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura. C. Ovalle y A. Del Pozo (Eds). 234 pp.

RODRÍGUEZ, R., C. MARTICORENA, D. ALARCÓN, C. BAEZA, L. CAVIERES, V. L. FINOT, N. FUENTES, A. KIESSLING, M. MIHOC, A. PAUCHARD, E. RUIZ, P. SÁNCHEZ & A. MARTICORENA. 2018. Catálogo de las Plantas Vasculares de Chile. Gayana Botánica 75(1):1-430.

SALVANDE, J.A. Figueroa y J. Armesto. 2011. Quantity component of the effectiveness of seed dispersal by birds in the temperate rainforest of Chiloe, Chile. Bosque 32(1):39-45.

SAN MARTÍN, J. y P. GÓMEZ. 2010. Historia, Concepto y Uso del Bosque Maulino. Pp. 72-82. *En*: Historia Natural del Bosque Maulino Costero. Disectando la biodiversidad en un paisaje antropogénico. R. Bustamante & P.L. Bachmann. Editores. 119 pp.

SAN MARTÍN, J. y C. DONOSO. 1997. Estructura Florística e Impacto Antrópico en el Bosque Maulino de Chile. Pp 153-167. *En*: Ecologia de los bosques nativos de Chile. J Armesto, C. Villagrán y M. K. Arroyo (Editores).

SANTIBÁÑEZ-ANDRADE, G., S. CASTILLO-AGUERO & Y. MARTÍÑEZ-OREA. 2015. Evaluación del estado de conservación de la vegetación de los bosques de una cuenca heterogénea del valle de México. Bosque 36(2):299-313.

SIMONETTI, J. 2006. Conservación de biodiversidad en ambientes fragmentados: el caso del bosque maulino. Pp 215-226. En: Biodiversidad en Ambientes Fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas. Audrey Grez, J. Simonetti y R. O. Bustamante (Editores). 228 pp.

UICN. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN, UICN, Gland, Suiza & Cambdrige, Reino Unido.ii+3.

VELIZ, B. 2019. Factibilidad de conexión de fragmentos de interés de conservación a través de corredores biológicos en un área rural de Chile central. Tesis Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile.

WHITE, P.S., A. JENTSCH. 2001. The search for generality in studies of disturbance and ecosystem dynamics. Progress in Botany 62:399-450.

ZANINI, L. GANADE, G. 2005. Restoration of Araucaria Forest: The Role of Perches, Pioneer Vegetation and Soil Fertility. Restoration Ecology 13(3):507-514.

9. Anexo 1. Listado taxonómico de especies de flora terrestre registradas en monitoreo del año 2020, en **Parcela Piloto** (unidad demostrativa), Rastrojo Alto, comuna de San Javier, Región del Maule, indicando orden, nombre científico, nombre común, familia botánica, forma de crecimiento (F de C) y hábito.

N°	Nombre científico	Nombre común	Familia	F de C*	Hábito
1	*Adiantum chilense*	Palito negro	Pteridaceae	Hierba	Perenne
2	*Adiantum scabrum*	Palito negro	Pteridaceae	Hierba	Perenne
3	*Aira caryophyllea*	Pasto primavera	Poaceae	Hierba	Anual
4	*Acrisione denticulata*	Palo de yegua	Asteraceae	Arbusto	Perenne
5	*Anagallis arvensis*	Pimpinela azul	Primulaceae	Hierba	Anual
6	*Aristotelia chilensis*	Maqui	Elaeocarpaceae	Árbol	Perenne
7	*Avena fatua*	Teatina	Poaceae	Hierba	Anual
8	*Azara integrifolia*	Corcolén	Flacourtiaceae	Arbusto	Perenne
9	*Azorella spinosa*	Hierba negra	Apiaceae	Hierba	Perenne
10	*Briza mínima*	Tembladera	Poaceae	Hierba	Anual
11	*Baccharis linearis*	Romerillo	Asteraceae	Arbusto	Perenne
12	*Baccharis sp*	Baccharis	Asteraceae	Arbusto	Perenne
13	*Blechnum hastatum*	Helecho palmita	Blechnaceae	Arbusto	Perenne
14	*Bomarea salcilla*	Copihuito	Alstroemeriaceae	Trepadora	Perenne
15	*Centaurea melitensis*	Abrepuños	Asteraceae	Hierba	Anual
16	*Chusquea quila*	Quila	Poaceae	Arbusto	Perenne
17	*Calceolaria meyeniana*	Zapatito virgen	Calceolariaceae	Hierba	Perenne
18	*Collyguaja odorifera*	Colliguay	Euphorbiaceae	Arbusto	Perenne
19	*Coniza bonariensis*	Vira vira	Asteraceae	Hierba	Perenne
20	*Cryptocaria alba*	Peumo	Lauraceae	Árbol	Perenne
21	*Dioscora humifusa*	Jabón de monte	Dioscoreaceae	Trepadora	Perenne
22	*Escallonia pulverlenta*	Mardón	Escalloniaceae	Arbusto	Perenne
23	*Erodium sp.*	Relojito	Geraniaceae	Hierba	Anual
24	*Eryngium paniculatum*	Chupalla	Apiaceae	Hierba	Perenne
25	*Eucaliptus globulus*	Eucaliptus	Myrtaceae	Árbol	Perenne
26	*Eupatorium glechonophyllum*	Barba de viejo	Asteraceae	Arbusto	Perenne
27	*Galium hypocarpium*	Relbún	Rubiaceae	Trepadora	Perenne
28	*Gaultheria insana*	Murtillón	Myrtaceae	Arbusto	Perenne
29	*Kageneckia oblonga*	Bollén	Rosaceae	Árbol	Perenne
30	*Lapageria rosea*	Copihue	Philesiaceae	Trepadora	Perenne
31	*Lardizabala biternata*	Coile	Lardizabalaceae	Trepadora	Perenne
32	*Leontodon saxatilis*	Chinilla	Asteraceae	Hierba	Perenne
33	*Lithrea caustica*	Litre	Anacardiaceae	Árbol	Perenne
34	*Lomatia hirsuta*	Radal	Proteaceae	Árbol	Perenne
35	*Maytenus boaria*	Maitén	Celastraceae	Árbol	Perenne
36	*Muehlenbeckia hastulata*	Quilo	Polygonaceae	Trepadora	Perenne

37	*Nassella sp.*	Nasella	Poaceae	Hierba	Perenne
38	*Nothofagus glauca*	Hualo	Nothofagaceae	Árbol	Perenne
39	*Nothofagus obliqua*	Roble	Nothofagaceae	Árbol	Perenne
40	*Peumus boldus*	Boldo	Monimiaceae	Árbol	Perenne
41	*Phacelia secunda*	Hierba cuncuna	Boraginaceae	Hierba	Perenne
42	*Pinus radiata*	Pino	Pinaceae	Árbol	Perenne
43	*Podanthus ovatifolius*	Mitique	Asteraceae	Arbusto	Perenne
44	*Proustya pirifolia*	Parrilla blanca	Asteraceae	Trepadora	Perenne
45	*Puya sp*	Puya	Bromeliaceae	Hierba	Perenne
46	*Quillaja saponaria*	Quillay	Quillajaceae	Árbol	Perenne
47	*Rosa rubiginosa*	Rosa mosqueta	Rosaceae	Arbusto	Perenne
48	*Rubus ulmifolius*	Zarzamora	Rosaceae	Arbusto	Perenne
49	*Sisyrinchium striatum*	Huilmo	Iridaceae	Hierba	Perenne
50	*Sophora macrocarpa*	Mayo	Fabaceae	Arbusto	Perenne
51	*Taraxacum officinale*	Diente león	Asteraceae	Hierba	Perenne
52	*Ugni molinae*	Murtilla	Myrtaceae	Arbusto	Perenne
53	*Lactuca serriola*	Lechuguilla	Asteraceae	Hierba	Anual
54	*Vacchelia caven*	Espino	Fabaceae	Árbol	Perenne
55	*Verbascum virgatum*	Mitrún	Scrophulariaceae	Hierba	Perenne
56	*Vicia nigricans*	Arvejilla	Fabaceae	Trepadora	Perenne

***F de C= Forma de crecimiento.

Anexo 2. Antecedentes taxonómicos, origen biogeográfico, carácter invasor y estado de conservación de la flora vascular en **Parcela Piloto** (unidad demostrativa), Rastrojo Alto, comuna de San Javier, Región del Maule.

N°	Nombre científico	Nombre común	Origen	Invasora	Est. Conservación
1	*Adiantum chilense*	Palito negro	Nativa	No	NT
2	*Adiantum scabrum*	Palito negro	Endémica	No	LC
3	*Aira caryophyllea*	Pasto primavera	Adventicia	No	-
4	*Acrisione denticulata*	Palo de yegua	Nativa	No	-
5	*Anagallis arvensis*	Pimpinela azul	Adventicia	Si	-
6	*Aristotelia chilensis*	Maqui	Nativa	No	-
7	*Avena fatua*	Teatina	Adventicia	No	-
8	*Azara integrifolia*	Corcolén	Nativa	No	-
9	*Azorella spinosa*	Hierba negra	Endémica	No	-
10	*Briza mínima*	Tembladera	Adventicia	No	-
11	*Baccharis linearis*	Romerillo	Nativa	No	-
12	*Baccharis sp*	Baccharis	Nativa	No	
13	*Blechnum hastatum*	Helecho palmita	Nativa	No	LC
14	*Bomarea salcilla*	Copihuito	Nativa	No	-
15	*Centaurea melitensis*	Abrepuños	Adventicia	Si	-
16	*Chusquea quila*	Quila	Nativa	No	-
17	*Calceolaria meyeniana*	Zapatito virgen	Endémica	No	-
18	*Collyguaja odorifera*	Colliguay	Nativa	No	-
19	*Coniza bonariensis*	Vira vira	Nativa	No	-
20	*Cryptocaria alba*	Peumo	Endémica	No	-
21	*Dioscora humifusa*	Jabón de monte	Nativa	No	-
22	*Escallonia pulverlenta*	Mardón	Nativa	No	-
23	*Erodium sp.*	Relojito	Adventicia	No	-
24	*Eryngium paniculatum*	Chupalla	Nativa	No	-
25	*Eucaliptus globulus*	Eucaliptus	Adventicia	No	-
26	*Eupatorium glechonophyllum*	Barba de viejo	Nativa	No	-
27	*Galium hypocarpium*	Relbún	Nativa	No	-
28	*Gaultheria insana*	Murtillón	Nativa	No	-
29	*Kageneckia oblonga*	Bollén	Nativa	No	-
30	*Lapageria rosea*	Copihue	Nativa	No	-
31	*Lardizabala biternata*	Coile	Nativa	No	-
32	*Leontodon saxatilis*	Chinilla	Adventicia	Si	-
33	*Lithrea caustica*	Litre	Endémica	No	-
34	*Lomatia hirsuta*	Radal	Nativa	No	-
35	*Maytenus boaria*	Maitén	Nativa	No	-
36	*Muehlenbeckia hastulata*	Quilo	Nativa	No	-
37	*Nassella sp.*	Nasella	Nativa	No	-
38	*Nothofagus glauca*	Hualo	Endémica	No	NT

39	*Nothofagus obliqua*	Roble	Nativa	No	-
40	*Peumus boldus*	Boldo	Endémica	No	-
41	*Phacelia secunda*	Hierba cuncuna	Nativa	No	-
42	*Pinus radiata*	Pino	Adventicia	Si	-
43	*Podanthus ovatifolius*	Mitique	Nativa	No	-
44	*Proustya pirifolia*	Parrilla blanca	Nativa	No	-
45	*Puya sp*	Puya	Nativa	No	
46	*Quillaja saponaria*	Quillay	Endémica	No	-
47	*Rosa rubiginosa*	Rosa mosqueta	Adventicia	Si	-
48	*Rubus ulmifolius*	Zarzamora	Adventicia	Si	-
49	*Sisyrinchium striatum*	Huilmo	Nativa	No	-
50	*Sophora macrocarpa*	Mayo	Nativa	No	-
51	*Taraxacum officinale*	Diente león	Adventicia	No	-
52	*Ugni molinae*	Murtilla	Nativa	No	-
53	*Lactuca serriola*	Lechuguilla	Adventicia	Si	-
54	*Vacchelia caven*	Espino	Nativa	No	-
55	*Verbascum virgatum*	Mitrún	Adventicia	Si	-
56	*Vicia nigricans*	Arvejilla	Nativa	No	-

Anexo 3. Antecedentes sobre especies de flora en **Ecosistema de Referencia**: bosques de *N. glauca* (hualo). Sector de Rastrojo Alto, comuna de San Javier, Provincia de Linares, Región del Maule. Nombre científico, nombre común, Familia, F. C.= Forma de crecimiento, Hábito y Presencia en Parcela Piloto.

N°	Nombre científico	Nombre común	Familia	F de C*	Hábito	Presencia en Parcela
1	*Adesmia elegans*	Adesmia	Fabaceae	Arbusto	Perenne	No
2	*Adiantum chilense*	Palito negro	Pteridaceae	Hierba	Perenne	Si
3	*Adiantum scabrum*	Palito negro	Pteridaceae	Hierba	Perenne	Si
4	*Aira caryophyllea*	Pasto primavera	Poaceae	Hierba	Anual	Si
5	*Acrisione denticulata*	Palo de yegua	Asteraceae	Arbusto	Perenne	Si
6	*Alstroemeria ligtu*	Flor del gallo	Alstroemeriaceae	Hierba	Perenne	No
7	*Anagallis arvensis*	Pimpinela azul	Primulaceae	Hierba	Anual	Si
8	*Aristotelia chilensis*	Maqui	Elaeocarpaceae	Árbol	Perenne	Si
9	*Azara integrifolia*	Corcolén	Flacourtiaceae	Arbusto	Perenne	Si
10	*Baccharis linearis*	Romerillo	Asteraceae	Arbusto	Perenne	Si
11	*Baccharis racemosa*	Baccharis	Asteraceae	Arbusto	Perenne	No
12	*Baccharis sp*	Baccharis	Asteraceae	Arbusto	Perenne	Si
13	*Blechnum hastatum*	Helecho palmita	Blechnaceae	Arbusto	Perenne	Si
14	*Bomarea salcilla*	Copihuito	Alstroemeriaceae	Trepadora	Perenne	Si
15	*Centaurea melitensis*	Abrepuños	Asteraceae	Hierba	Anual	Si
16	*Chusquea quila*	Quila	Poaceae	Arbusto	Perenne	Si
17	*Chlorea sp*	Orquidea	Orchidaceae	Hierba	Perenne	No
18	*Calceolaria meyeniana*	Zapatito virgen	Calceolariaceae	Hierba	Perenne	Si
19	*Calceolaria sp*	Zapatito virgen	Calceolariaceae	Hierba	Perenne	No
20	*Collyguaja odorifera*	Colliguay	Euphorbiaceae	Arbusto	Perenne	Si
21	*Coniza bonariensis*	Vira vira	Asteraceae	Hierba	Perenne	Si
22	*Cryptocaria alba*	Peumo	Lauraceae	Árbol	Perenne	Si
23	*Dioscora humifusa*	Jabón de monte	Dioscoreaceae	Trepadora	Perenne	Si
24	*Dioscorea brachibotrya*	Jaboncillo	Dioscoreaceae	Trepadora	Perenne	No
25	*Diplolepis menziesii*	Voqui amarillo	Apocynaceae	Trepadora	Perenne	No
26	*Dichondra sericea*	Oreja de ratón	Convolvulaceae	Trepadora	Perenne	No
27	*Escallonia pulverlenta*	Mardón	Escalloniaceae	Arbusto	Perenne	Si
28	*Eryngium paniculatum*	Chupalla	Apiaceae	Hierba	Perenne	Si
29	*Eupatorium glechonophyllum*	Barba de viejo	Asteraceae	Arbusto	Perenne	Si
30	*Galium hypocarpium*	Relbún	Rubiaceae	Trepadora	Perenne	Si
31	*Gaultheria insana*	Murtillón	Myrtaceae	Arbusto	Perenne	Si
32	*Gevuina avellana*	Avellano	Proteaceae	Árbol	Perenne	No
33	*Gnaphalium sp*	Vira vira	Asteraceae	Hierba	Perenne	No
34	*Kageneckia oblonga*	Bollén	Rosaceae	Árbol	Perenne	Si
35	*Lapageria rosea*	Copihue	Philesiaceae	Trepadora	Perenne	Si
36	*Lardizabala biternata*	Coile	Lardizabalaceae	Trepadora	Perenne	Si

37	*Lathyrus magellanicus*	Arvejilla	Fabaceae	Trepadora	Perenne	No
38	*Leontodon saxatilis*	Chinilla	Asteraceae	Hierba	Perenne	Si
39	*Lithrea caustica*	Litre	Anacardiaceae	Árbol	Perenne	Si
40	*Lomatia hirsuta*	Radal	Proteaceae	Árbol	Perenne	Si
41	*Lomatia dentata*	Avellanillo	Proteaceae	Árbol	Perenne	No
42	*Maytenus boaria*	Maitén	Celastraceae	Árbol	Perenne	Si
43	*Myoschilos oblonga*	Huingán	Santalaceae	Arbusto	Perenne	No
44	*Muehlenbeckia hastulata*	Quilo	Polygonaceae	Trepadora	Perenne	Si
45	*Mulinum spinosum*	Hierba negra	Apiaceae	Hierba	Perenne	Si
46	*Nassella sp.*	Nasella	Poaceae	Hierba	Perenne	Si
47	*Nassella sp.*	Nasella	Poaceae	Hierba	Perenne	No
48	*Nothofagus glauca*	Hualo	Nothofagaceae	Árbol	Perenne	Si
49	*Nothofagus obliqua*	Roble	Nothofagaceae	Árbol	Perenne	Si
50	*Oxalis rosea*	Culle rosado	Oxalidaceae	Hierba	Anual	No
51	*Oxalis articulata*	Vinagrillo	Oxalidaceae	Hierba	Anual	No
52	*Persea lingue*	Lingue	Lauraceae	Árbol	Perenne	No
53	*Peumus boldus*	Boldo	Monimiaceae	Árbol	Perenne	Si
54	*Phacelia secunda*	Hierba cuncuna	Boraginaceae	Hierba	Perenne	No
55	*Pinus radiata*	Pino	Pinaceae	Árbol	Perenne	Si
56	*Podanthus ovatifolius*	Mitique	Asteraceae	Arbusto	Perenne	Si
57	*Proustya pirifolia*	Parrilla blanca	Asteraceae	Trepadora	Perenne	Si
58	*Puya sp*	Puya	Bromeliaceae	Hierba	Perenne	Si
59	*Quillaja saponaria*	Quillay	Quillajaceae	Árbol	Perenne	Si
60	*Ribes punctatum*	Zarzaparrilla	Saxifragaceae	Arbusto	Perenne	No
61	*Rosa rubiginosa*	Rosa mosqueta	Rosaceae	Arbusto	Perenne	Si
62	*Rubus ulmifolius*	Zarzamora	Rosaceae	Arbusto	Perenne	Si
63	*Sanicula crassicaulis*	Pata de vaca	Apiaceae	Hierba	Perenne	No
64	*Schinus patagonicus*	Litrecillo	Anarcadiaceae	Arbusto	Perenne	No
65	*Sisyrinchium striatum*	Huilmo	Iridaceae	Hierba	Perenne	Si
66	*Sisyrinchium junceum*	Huilmo rosado	Iridaceae	Hierba	Perenne	No
67	*Sophora macrocarpa*	Mayo	Fabaceae	Arbusto	Perenne	Si
68	*Taraxacum officinale*	Diente león	Asteraceae	Hierba	Perenne	Si
69	*Teucrium bicolor*	Oreganillo	Lamiaceae	Arbusto	Perenne	No
70	*Ugni molinae*	Murtilla	Myrtaceae	Arbusto	Perenne	Si
71	*Lactuca serriola*	Lechuguilla	Asteraceae	Hierba	Anual	Si
72	*Vicia nigricans*	Arvejilla	Fabaceae	Trepadora	Perenne	Si
73	*Vicia sp*	Arvejilla	Fabaceae	Trepadora	Perenne	No
74	*Viola portalesia*	Violeta arbustiva	Violaceae	Arbusto	Perenne	No

*F de C= Forma de crecimiento.

Anexo 4. Nombre científico, nombre común, familia botánica, origen biogeográfico y carácter invasor de la flora presente en el **ecosistema de referencia:** bosque caducifolio de *Nothofagus glauca* (hualo), sector de Rastrojo Alto, comuna de San Javier, Provincia de Linares, Región del Maule.

N°	Nombre científico	Nombre común	Familia	Origen	Invasora
1	*Adesmia elegans*	Adesmia	Fabaceae	Endémica	No
2	*Adiantum chilense*	Palito negro	Pteridaceae	Nativa	No
3	*Adiantum scabrum*	Palito negro	Pteridaceae	Endémica	No
4	*Aira caryophyllea*	Pasto primavera	Poaceae	Adventicia	No
5	*Acrisione denticulata*	Palo de yegua	Asteraceae	Nativa	No
6	*Alstroemeria ligtu*	Flor del gallo	Alstroemeriaceae	Endémica	No
7	*Anagallis arvensis*	Pimpinela azul	Primulaceae	Adventicia	Si
8	*Aristotelia chilensis*	Maqui	Elaeocarpaceae	Nativa	No
9	*Azara integrifolia*	Corcolén	Flacourtiaceae	Nativa	No
10	*Baccharis linearis*	Romerillo	Asteraceae	Nativa	No
11	*Baccharis racemosa*	Baccharis	Asteraceae	Nativa	No
12	*Baccharissp*	Baccharis	Asteraceae	Nativa	No
13	*Blechnum hastatum*	Helecho palmita	Blechnaceae	Nativa	No
14	*Bomarea salcilla*	Copihuito	Alstroemeriaceae	Nativa	No
15	*Centaurea melitensis*	Abrepuños	Asteraceae	Adventicia	Si
16	*Chusquea quila*	Quila	Poaceae	Nativa	No
17	*Chlorea sp*	Orquidea	Orchidaceae	--------	No
18	*Calceolaria meyeniana*	Zapatito virgen	Calceolariaceae	Endémica	No
19	*Calceolaria sp*	Zapatito virgen	Calceolariaceae	--------	No
20	*Collyguaja odorifera*	Colliguay	Euphorbiaceae	Nativa	No
21	*Coniza bonariensis*	Vira vira	Asteraceae	Nativa	No
22	*Cryptocaria alba*	Peumo	Lauraceae	Endémica	No
23	*Dioscora humifusa*	Jabón de monte	Dioscoreaceae	Nativa	No
24	*Dioscorea brachibotrya*	Jaboncillo	Dioscoreaceae	Nativa	No
25	*Diplolepis menziesii*	Voqui amarillo	Apocynaceae	Endémica	No
26	*Dichondra sericea*	Oreja de ratón	Convolvulaceae	Nativa	No
27	*Escallonia pulverlenta*	Mardón	Escalloniaceae	Nativa	No
28	*Eryngium paniculatum*	Chupalla	Apiaceae	Nativa	No
29	*Eupatorium glechonophyllum*	Barba de viejo	Asteraceae	Nativa	No
30	*Galium hypocarpium*	Relbún	Rubiaceae	Nativa	No
31	*Gaultheria insana*	Murtillón	Myrtaceae	Nativa	No
32	*Gevuina avellana*	Avellano	Proteaceae	Nativa	
33	*Gnaphalium sp*	Vira vira	Asteraceae	Nativa	No
34	*Kageneckia oblonga*	Bollén	Rosaceae	Nativa	No
35	*Lapageria rosea*	Copihue	Philesiaceae	Nativa	No
36	*Lardizabala biternata*	Coile	Lardizabalaceae	Nativa	No
37	*Lathyrus magellanicus*	Arvejilla	Fabaceae	Nativa	No

38	*Leontodon saxatilis*	Chinilla	Asteraceae	Adventicia	Si
39	*Lithrea caustica*	Litre	Anacardiaceae	Endémica	No
40	*Lomatia hirsuta*	Radal	Proteaceae	Nativa	No
41	*Lomatia dentata*	Avellanillo	Proteaceae	Nativa	No
42	*Maytenus boaria*	Maitén	Celastraceae	Nativa	No
43	*Myioschilos oblonga*	Huingán	Santalaceae	Nativa	No
44	*Muehlenbeckia hastulata*	Quilo	Polygonaceae	Nativa	No
45	*Mulinum spinosum*	Hierba negra	Apiaceae	Nativa	No
46	*Nassella sp.*	Nasella	Poaceae	Nativa	No
47	*Nassella sp.*	Nasella	Poaceae	Nativa	No
48	*Nothofagus glauca*	Hualo	Nothofagaceae	Endémica	No
49	*Nothofagus obliqua*	Roble	Nothofagaceae	Nativa	No
50	*Oxalis rosea*	Culle rosado	Oxalidaceae	Nativa	No
51	*Oxalis articulata*	Vinagrillo	Oxalidaceae	Nativa	No
52	*Persea lingue*	Lingue	Lauraceae	Nativa	No
53	*Peumus boldus*	Boldo	Monimiaceae	Endémica	No
54	*Phacelia secunda*	Hierba cuncuna	Boraginaceae	Nativa	No
55	*Pinus radiata*	Pino	Pinaceae	Adventicia	Si
56	*Podanthus ovatifolius*	Mitique	Asteraceae	Nativa	No
57	*Proustya pirifolia*	Parrilla blanca	Asteraceae	Nativa	No
58	*Puya sp*	Puya	Bromeliaceae	Nativa	No
59	*Quillaja saponaria*	Quillay	Quillajaceae	Endémica	No
60	*Ribes punctatum*	Zarzaparrilla	Saxifragaceae	Nativa	No
61	*Rosa rubiginosa*	Rosa mosqueta	Rosaceae	Adventicia	Si
62	*Rubus ulmifolius*	Zarzamora	Rosaceae	Adventicia	Si
63	*Sanicula crassicaulis*	Pata de vaca	Apiaceae	Nativa	No
64	*Schinus patagonicus*	Litrecillo	Anarcadiaceae	Nativa	No
65	*Sisyrinchium striatum*	Huilmo	Iridaceae	Nativa	No
66	*Sisyrinchium junceum*	Huilmo rosado	Iridaceae	Nativa	No
67	*Sophora macrocarpa*	Mayo	Fabaceae	Nativa	No
68	*Taraxacum officinale*	Diente león	Asteraceae	Adventicia	No
69	*Teucrium bicolor*	Oreganillo	Lamiaceae	Nativa	No
70	*Ugni molinae*	Murtilla	Myrtaceae	Nativa	No
71	*Lactuca serriola*	Lechuguilla	Asteraceae	Adventicia	Si
72	*Vicia nigricans*	Arvejilla	Fabaceae	Nativa	No
73	*Vicia sp*	Arvejilla	Fabaceae	Nativa	No
74	*Viola portalesia*	Violeta arbustiva	Violaceae	Endémica	No

Anexo 5. Carta de autorización de uso de predio para instalación de Parcela Piloto.

Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal
Oficina Provincial Linares

AUTORIZACION

En San Javier, con fecha 1 de Septiembre 2020 Yo, Manuel Cancino Montecino, cédula de identidad número 5.497461-2, en mi calidad de propietario del predio denominado Arbolillo, rol de avalúo 216-3 de la comuna de Empedrado, inscrito a fojas 1243, N° 1569 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Constitucion del año 2011, vengo en expresar lo siguiente:

1. Que, autorizo expresamente a la Corporación Nacional Forestal a realizar trabajos de restauración ecológica en el predio antes indicado. Los trabajos contemplan una intervención de 1,1 hectárea en una quebrada, y consideran la implementación de un cerco perimetral con polines impregnados y alambre de púa; Volteo y trozado de pinos muertos quemados; Extracción de la regeneración natural de pino post-incendio; Instalación de artificios para fauna (Casas anideras para lechuzas y aves insectívoras); Reforestación con especies nativas características del secano interior.

2. Declaro conocer que las actividades antes descritas se desarrollarán en marco del *"Proyecto de Innovación Territorial en Restauración para la Región del Maule"* PYT-2017-0733, que la Corporación Nacional Forestal está implementando en áreas afectadas por los incendios forestales del verano 2017, en la localidad de Rastrojos, Comuna de San Javier.

3. Me comprometo a cuidar y conservar los trabajos ejecutados por la Corporación Nacional Forestal, y no intervenir el área para favorecer la regeneración natural, ya que declaro conocer además que dichas actividades serán financiadas con fondos públicos.

Firma propietario

Anexo 6. Antecedentes de ubicación de artificios para aves.

N°	Sitio	Ambiente	Tipo de Artificio	Coord Este	Coord Sur	Altitud	Exposición
1	Ecosistema Referencia	B. caducifolio	Anidera rapaz	758106	6058120	280	Sur Este
2	Ecosistema Referencia	B. caducifolio	Anidera insectívora	758114	6058105	276	Sur Este
3	Ecosistema Referencia	B. caducifolio	Anidera insectívora	758083	6058127	277	Sur Este
4	Ecosistema Referencia	B. caducifolio	Anidera insectívora	758073	6058108	278	Sur Este
5	Parcela Piloto	Bosque-Matorral	Anidera insectívora	758633	6058107	251	Este
6	Parcela Piloto	Bosque-Matorral	Anidera insectívora	758641	6058149	252	Este
7	Parcela Piloto	Bosque-Matorral	Anidera insectívora	758626	6058061	243	Este
8	Parcela Piloto	Bosque-Matorral	Anidera insectívora	758623	6058012	237	Este
9	Parcela Piloto	Bosque-Matorral	Anidera insectívora	758623	6058075	251	Este
10	Parcela Piloto	Bosque-Matorral	Anidera rapaz	758621	6058057	245	Este
11	Parcela Piloto	Bosque-Matorral	Anidera insectívora	758636	6058040	240	Oeste
12	Parcela Piloto	Bosque-Matorral	Anidera insectívora	758665	6058665	247	Este
13	Parcela Piloto	Bosque-Matorral	Percha dispersoras	758632	6058016	235	Oeste
14	Parcela Piloto	Bosque-Matorral	Percha dispersoras	758647	6058052	245	Oeste
15	Parcela Piloto	Bosque-Matorral	Percha dispersoras	758672	6058108	250	Oeste
16	Parcela Piloto	Bosque-Matorral	Percha dispersoras	758603	6058042	244	Este
17	Parcela Piloto	Bosque-Matorral	Percha dispersoras	758619	6058091	249	Este
18	Parcela Piloto	Bosque-Matorral	Percha dispersoras	758636	6058145	246	Este
19	Fragmento lado Parcela	Fragmento Hualo	Anidera insectívora	758666	6058028	252	Sur Este
20	Fragmento lado Parcela	Fragmento Hualo	Anidera insectívora	758703	6058049	245	Oeste
21	Fragmento lado Parcela	Fragmento Hualo	Anidera rapaz	758684	6058046	247	Sur Este

Anexo 7. Registro fotográfico de agosto y septiembre 2020.

Foto 1. Vista parcial sector Parcela Piloto para Restauración y cobertura de bosque caducifolio cercano.

Foto 2. Vista primer plano de vegas inundables en zonas bajas.

Foto 3. Rebrotes de especies esclerófilas en parcela.

Foto 4. Vista parcial de arbustos rebrotadores.

Foto 5. Corta y volteo de pinos muertos en pie.

Foto 6. Trozado de pino muerto y volteado.

Foto 7. Casilla de plantación y planta de Hualo.

Foto 8. Hualo plantado con mulch de hojas.

Foto 9. Regeneración de pino cortada en parcela.

Foto 10. Vista parcial de cerco e invasión afuera.

Foto 11. Suelo erosionado y con maicillo de cuarzo.

Foto 12. Capa de hojarasca en bosquetes de hualo.

Foto 13. Letrina de conejo, consumidor de plantas.

Foto 14. Paisaje abierto en Rastrojo Alto.

Foto 15. Personal aplicando mezcla de tierra.

Foto 16. Extracción de conos de Pinos en parcela.

Foto 17. Sitio degradado y poblado con Romerillo.

Foto 18. Desarrollo de bosque caducifolio de hualo.

Anexo 8. Registro fotográfico de Sanidad e Integridad física en árboles plantados con fecha diciembre 2020.

Foto 1. Planta de hualo con hojas quemadas por sol.

Foto 2. Planta sana de hualo.

Foto 3.Planta de hualo con clorosis en hojas inferiores.

Foto 4.Planta de hualo aparentemente muerta.

Foto 5.Planta sana de hualo protegida en Shelter.

Foto 6. Planta de hualo con quemaduras en Sherlter.

Anexo 9. Registro fotográfico de ocupación casas anideras con fecha de enero-febrero 2021 en Rastrojos.

Foto 1. Casa aindera sin ocupación en interior de litre.

Foto 2. Percha para aves dispersoras de semilla.

Foto 3. Casa anidera sin uso en hualo.

Foto 4. Percha usada por *Strurnella loyca* (loica).

Foto 5.Casa anidera para lechuza en hualo aun sin uso.

Foto 6. Casa anidera para aves insectívoras con uso.

Proyecto Piloto de Innovación Territorial en Restauración Post-incendio, Región del Maule 2017-2020 (PYT 2017-0733).

Este informe fue generado en el marco del proyecto "Piloto de Innovación Territorial en Restauración Post-Incendio para la Región del Maule 2017-2020 (PYT 2017-0733)", que contó con el apoyo financiero de la Fundación para la Innovación Agraria (FÍA) y fue ejecutado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) bajo la coordinación de la Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal y la Oficina Provincial de Linares.

Responsables técnicos del proyecto en CONAF:
Andrés Meza A. (Coordinador del proyecto)
Eduardo Jara V. (Coordinador alterno)
Bárbara Arias R. (Profesional Técnico)

Responsable del Informe Técnico
Pedro Garrido V.
Consultor Ambiental
Profesor Asociado
Centro de Geomática
Universidad de Talca