



**SISTEMAS SILVOPASTORALES
UNA ALTERNATIVA DE MANEJO SOSTENIBLE PARA
BOSQUES DE ÑIRRE
(*Nothofagus antarctica* (G. Forst.) Oerst.)
REGIÓN DE AYSÉN**



**INSTITUTO FORESTAL
2017**

**SISTEMAS SILVOPASTORALES
UNA ALTERNATIVA DE MANEJO SOSTENIBLE PARA
BOSQUES DE ÑIRRE
(*Nothofagus antarctica*(*G. Forst.*) *Oerst.*)
REGIÓN DE AYSÉN¹**

Salinas, Jaime²; Sotomayor, Álvaro³; Peri, Pablo L.⁴.
Hepp, Christian⁵; Little, Christian⁶; Moya, Iván²
y Acuña, Bernardo².

¹ El proyecto de investigación Pautas de Manejo Silvopastoral en Bosques de *Nothofagus antarctica* (ñirre) en la Región de Aysén fue desarrollado por el Instituto Forestal (INFOR), en conjunto con el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina y el Servicio Agrícola Ganadero (SAG). El financiamiento provino del Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN) administrado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

² Instituto Forestal (INFOR), Sede Patagonia, Coyhaique. jsalinas@infor.cl

³ Instituto Forestal (INFOR), Sede Bio Bio, Concepción

⁴ INTA EEA Santa Cruz, UNPA, CONICET, Río Gallegos, Argentina.

⁵ Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Centro Tamel Aike, Coyhaique.

⁶ Instituto Forestal (INFOR), Sede Los Ríos, Valdivia.



INFOR

Instituto Forestal
Sucre 2397 Ñuñoa
Santiago – Chile
ISBN N° 978-956-318-134-0
Registro Propiedad Intelectual N° A-283886
www.infor.cl

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

Salinas, Jaime; Sotomayor, Álvaro; Peri, Pablo L.; Hepp, Christian; Little, Christian; Moya, Iván y Acuña, Bernardo, 2017. Sistemas Silvopastorales Una Alternativa de Manejo Sostenible para Bosques de Ñirre (*Nothofagus antarctica* (G. Forst.) Oerst.). Región de Aysén. Instituto Forestal, Chile. Informe Técnico N° 215. P. 142.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
2. OBJETIVOS	8
2.1. Objetivo General	8
2.2. Objetivos Específicos	8
3. ANTECEDENTES GENERALES	8
3.1. Descripción de la Especie	8
3.2. Distribución Geográfica	11
3.3. Condiciones Climáticas	12
3.4. Regeneración del Bosque	13
3.5. Distribución y Superficie de Ñirre en la Región de Aysén	15
4. MATERIAL Y MÉTODO	17
4.1. Superficie Potencial para Uso Silvopastoral	17
4.2. Desarrollo de Métodos de Manejo Silvopastoral	19
4.2.1. Bosque	19
4.2.1.1. Caracterización de la Estructura Forestal y Raleos	19
4.2.1.2. Monitoreo del Crecimiento del Rodal	19
4.2.1.3. Cobertura de Copas y Transmisividad Lumínica	20
4.2.1.4. Regeneración del Bosque	20
- Análisis de Semillas	21
- Producción de Plantas	22
- Parámetros Morfológicos de las Hojas	22
- Propagación por Estaquillas	22
- Regeneración Natural	23
- Protección Individual de Tocones	23
4.2.2. Pradera	24
4.2.2.1. Productividad de la Pradera y Sotobosque	24
4.2.2.2. Composición Botánica	25
4.2.3. Ganado	25
4.2.4. Variables Climáticas y de Suelo	25
4.3. Diseño de Bases de un Estudio Técnico para Bosques de Ñirre	26
4.4. Pautas de Manejo Silvopastoral para Bosques de Ñirre en la Región de Aysén.	26
4.5. Difusión de los Resultados del Proyecto	26
5. RESULTADOS	27
5.1. Superficie Potencial para Uso Silvopastoral	27
5.1.1. Superficie Potencial	27
5.1.2. Caracterización de los Propietarios	28
5.1.2.1. Antecedentes Generales	28
5.1.2.2. Manejo Predial	29
5.2. Desarrollo de Métodos de Manejo Silvopastoral	31
5.2.1. Descripción de las Áreas de Estudio	31

5.2.2. Bosque	36
5.2.2.1. Caracterización de la Estructura Forestal y Raleos	36
5.2.2.2. Crecimiento del Rodal	38
5.2.2.3. Regeneración del Bosque	45
- Análisis de Semillas	46
- Producción de Plantas	49
- Parámetros Morfológicos de las Hojas	50
- Propagación por Estaquillas	50
- Regeneración Natural	53
- Protección Individual de Tocones	54
5.2.3. Pradera	57
5.2.3.1. Fertilidad de Suelos	58
5.2.3.2. Productividad de la Pradera y Sotobosque	59
- Balmaceda	59
- Galera Chico	66
5.3. Bases de un Estudio Técnico para Bosques de Ñirre	74
5.4. Pautas de Manejo Silvopastoral de Bosques de Ñirre en la Región de Aysén	74
5.5. Difusión de los Resultados	74
6. DISCUSIÓN	77
6.1. Estructura Forestal y Raleos	77
6.2. Cobertura de Copas y Análisis Lumínico del Dosel	78
6.3. Continuidad del Estrato Arbóreo	79
6.4. Regeneración del Ñirrantal	80
6.5. Áreas Potenciales para la Aplicación de Sistemas Silvopastorales en Bosque de Ñirre	81
7. CONCLUSIONES	82
7.1. Estructura Forestal y Raleos	82
7.2. Estrata Herbácea y Carga Animal	83
7.3. Continuidad del Bosque	83
7.4. Superficie Potencial para Uso Silvopastoral	84
7.5. Propietarios del Bosque	84
7.6. Conclusiones Generales	85
APÉNDICES	91
Apéndice N° 1. Superficie Potencial para Sistemas Silvopastorales en Bosques de Ñirre en la Región de Aysén	93
Apéndice N° 2. Mapas Superficie Potencial para Sistemas Silvopastorales en Bosques de Ñirre en la Región de Aysén	103
Apéndice N° 3. Encuesta a Propietarios de Bosques de Ñirre en la Comuna de Coyhaique	111
Apéndice N° 4. Estructura de Costos de Manejo de Bosques de Ñirre	113
Apéndice N° 5. Diseño, Insumos y Costos de Protectores Individuales de Tocones	117
Apéndice N° 6. Bases de un Estudio Técnico para la Aplicación de Sistemas Silvopastorales en Bosques de Ñirre en la Región de Aysén	121
Apéndice N° 7. Pautas y Recomendaciones Mínimas para la aplicación de Sistemas Silvopastorales	129

1. INTRODUCCIÓN

Por miles de años el ser humano y otras especies vivientes han estado en una estrecha relación con los bosques. Ejemplo de ello son las innumerables interacciones entre animales y plantas que ocurren en el medio natural, que responden a interacciones que provocan consecuencias positivas (facilitación), negativas (competencia) o neutras. El bosque fue, es y será una importante fuente productora de alimento, oxígeno, agua, y recreación entre otros bienes y servicios posibles de obtener de este en la medida que el manejo se realice en forma sustentable, satisfaciendo las necesidades de la población bajo tres principios fundamentales; viabilidad ambiental, factibilidad económica y anhelo social.

Desde inicios del siglo XX, junto a los primeros vestigios de colonización del territorio aisenino, los bosques nativos fueron objeto de fuertes disturbios antrópicos. Grandes extensiones de terrenos fueron afectadas por los más grandes incendios de bosques registrados en Chile, iniciados con el fin de habilitar suelos para la agricultura y la ganadería. Se creó que alrededor de 3 millones de hectáreas fueron consumidas por los incendios en la Región de Aysén.

Posteriormente, con el aumento de la población y el avance de ciudades, la demanda por combustible para calefacción se incrementó y los bosques más cercanos a centros poblados fueron los más perjudicados, tal es el caso de los bosques de lenga y ñirre. El ñirre en su distribución natural convive con una ganadería extensiva, la que provoca una fuerte presión sobre la regeneración natural y la perpetuidad del bosque, así los ñirrales exhiben fragmentación y envejecimiento. El principal agente perturbador del medio natural es el hombre, que ha intensificado el uso del suelo para lograr un desarrollo económico. Lograr buscar el equilibrio entre producción y sustentabilidad es el desafío de la investigación forestal y en este sentido el presente trabajo busca iniciar un camino para compatibilizar el uso forestal y ganadero en el marco del manejo silvopastoral sustentable de bosques de ñirre en la Región de Aysén.

Nothofagus antarctica (G. Forster) Oerst. (ñirre o ñire) es una especie del bosque nativo que no está ajena a estas perturbaciones, crece en las zonas cordilleranas de Chile y Argentina y es una de las especies forestales con mayor plasticidad ecológica; presenta tres tipos de expresión fenotípica dependiendo del sitio donde se desarrolla. Se distinguen los morfotipos arborescente, achaparrado y camefítico (Ramírez *et al.*, 1985). El Subtipo Forestal Ñirre representa regionalmente una superficie de 131.593,4 ha, con presencia en la mayoría de las comunas a excepción de Las Guaitecas. Las mayores poblaciones de ñirre se presentan en las Provincias de Coyhaique y Capitán Prat con 61.630,6 ha y 37.241,3 ha, respectivamente (Salinas, 2016).

En el área de distribución natural de los ñirrales, la actividad forestal convive con la ganadera, con importantes áreas de resguardo de ganado en épocas invernales y bajo alta presión para la obtención de leña. Un porcentaje importante de los cerca de 500.000 m³ de leña que se consume anualmente en la región proviene de los bosques de ñirre. La leña de esta especie es preferida por su alto poder calórico en comparación con la lenga (2.850 kcal/dm³ vs 2.400 kcal/dm³). Estas presiones generan preocupación por los ecosistemas de ñirre, que solo con técnicas de manejo apropiadas podrán continuar otorgando sus múltiples bienes y servicios a perpetuidad.

En la legislación actual no está regulado el manejo de bosque nativo bajo un enfoque integrado silvopastoral. La escasa información respecto del tema motivó al Instituto Forestal a iniciar el proyecto Pautas de Manejo Silvopastoral para Bosques de *Nothofagus antarctica* (ñirre) en la Región de Aysén, que ha buscado desarrollar investigación para hacer viable la producción silvopastoral sustentable en bosques pertenecientes a pequeños productores forestales de la región y cuyos principales resultados son presentados en el presente documento.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Definir pautas de manejo silvícola para bosques de ñirre que hagan viable la producción silvopastoral sustentable en bosques pertenecientes a pequeños productores forestales de la Región de Aysén.

2.2. Objetivos Específicos

Determinar la superficie potencial para uso silvopastoral sustentable en bosques de ñirre de la región de Aysén.

Desarrollar y validar métodos de manejo silvopastoral para dar sustentabilidad a los recursos bosque, suelo y agua, y soportar actividades de pastoreo sustentable en bosques de ñirre.

Diseñar las bases de un estudio técnico para bosques de ñirre, que combine la conservación del suelo y agua, el manejo del recurso forestal y soporte actividades de pastoreo.

Elaborar pautas de manejo silvopastoral para bosques de ñirre en la región de Aysén.

Difundir los resultados del proyecto a profesionales de CONAF, extensionistas, consultores privados, pequeños propietarios forestales y autoridades de la región de Aysén.

3. ANTECEDENTES GENERALES

3.1. Descripción de la Especie

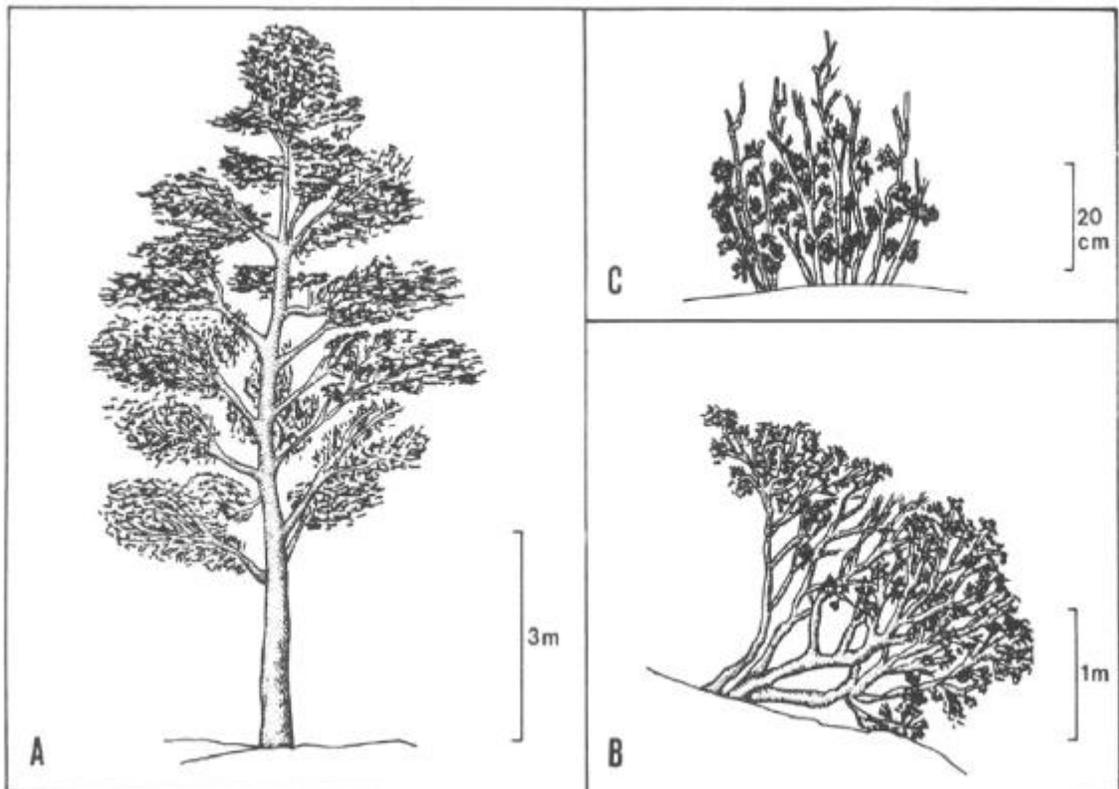
<i>Reino:</i>	<i>Plantae</i>
<i>División:</i>	<i>Magnoliophyta</i>
<i>Clase:</i>	<i>Magnoliopsida</i>
<i>Sub-Clase:</i>	<i>Hammamelidae</i>
<i>Orden:</i>	<i>Fagales</i>
<i>Familia:</i>	<i>Fagaceae</i>
<i>Género:</i>	<i>Nothofagus</i>
<i>Especie:</i>	<i>Nothofagus antarctica</i> (G.Forst.) Oerst.)
<i>Nombre Común:</i>	Ñirre, ñire, haya antártica

Ñirre es un árbol nativo de Chile y Argentina, es una especie monoica que se presenta como árbol pequeño o arbusto achaparrado, aunque generalmente alcanza los 10 m de altura. Sin embargo, en condiciones óptimas de sitio puede alcanzar los 15 m y fustes de 60 cm de diámetro (Rodríguez *et al.*, 1983; Donoso, 1974). Salinas *et al.* (2015) reporta alturas cercanas a los 23 m en suelos profundos de la región de Aysén.

Diferentes morfotipos han sido identificados para la especie en Chile y distintos ecotipos han sido sugeridos dentro del parque Nacional Nahuel Huapi en el noreste de la Patagonia Argentina, en donde ñirre crece en cuatro tipos de hábitats, presentando distintas características arquitectónicas para su crecimiento individual en contraste con cada entorno físico (Steinke *et al.*, 2008).

La especie exhibe polimorfismo intraespecífico, el cual se ha asociado a una adaptación de la especie a los diferentes biotopos, modificando su cuerpo vegetativo y adoptando distintas formas de vida (Donoso, 2006). Según Romero (1986), estos ecotipos podrían ser resultado de presiones de selección relativamente recientes tendientes a la especiación. Es considerada la especie de *Nothofagus* de Sudamérica con mayor variación morfológica y de mayor tolerancia ecológica (Donoso, 2006; Ramírez *et al.*, 1985).

En Chile se distinguen tres morfotipos, el primero arbóreo en condiciones óptimas, uno arbustivo achaparrado (Krummholz) en terrenos pedregosos o clima riguroso y un último como arbustivo caméfito de turbera (Figura N° 1) (Ramírez *et al.*, 1985).



(Fuente: Ramírez *et al.*, 1985)

A = Arborescente, B = Arbustivo achaparrado, C = Caméfito de turbera.

Figura N° 1 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS TRES TIPOS MORFOLÓGICOS DE ÑIRRE

Ramírez *et al.* (1985) también señalan que la capacidad, o plasticidad, que tiene esta especie de colonizar sitios pobres es explicada, en gran parte, por la poca capacidad de competencia del ñirre, por lo que en mejores sitios, en donde se podría desarrollar en forma óptima, es usualmente desplazado por otras especies. Es por esto que, si bien ñirre se desarrolla en sitios extremos (pedregosos, suelos pobres, otros), presenta una pérdida de vitalidad y capacidad de reproducción sexual dando lugar a la reproducción vegetativa como forma más común de regeneración (Mc Queen, 1977).

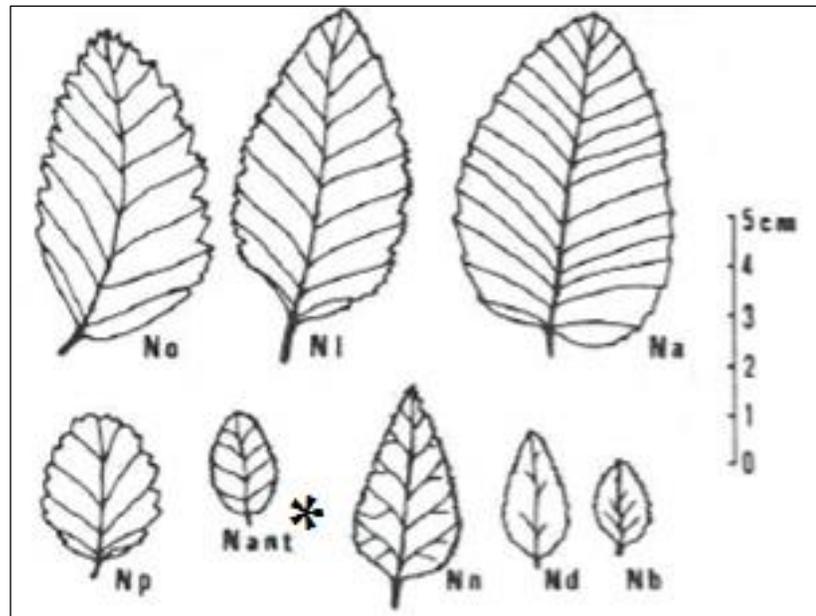
Observaciones realizadas en terreno sugieren que en sitios donde ñirre coexiste con *Nothofagus pumilio* (lenga) se habrían detectado individuos con morfología foliar intermedia

entre ambas especies, estos serían posibles híbridos que se formarían en áreas de traslape de los rangos de distribución de ambas especies (Donoso, 2006).

Es así como en hábitats más favorables, protegidos del viento, con mayor humedad y suelos bien drenados y fértiles, alcanza porte arbóreo y puede dar lugar a formaciones puras (Navarro Cerrillo *et al.*, 2008). Sin embargo, también muestra un buen desempeño en suelos anegados, como señala Donoso (1987), en ñadis del llano central el ñirre puede crecer en condiciones óptimas.

En Patagonia, el ñirre domina las tierras bajas, zonas de valle y aquellos terrenos que han sido perturbados por incendios o ganado (Armesto *et al.*, 1992).

La corteza es de color gris, rugoso, áspero y muy agrietado longitudinalmente en forma irregular. Es una especie con múltiples ramas, sus hojas son deciduas, al igual que *N. obliqua* (roble) y *N. pumilio* (lenga) (Mc Queen, 1977), alternas, de base oblicua, ápice redondeado y borde lobulado y ondeado con numerosos dientes irregulares en el espacio comprendido entre dos nervios, y glabras a excepción de peciolo y nervaduras. Sus flores son pequeñas y unisexuales. (Dimitri y Milano, 1950 cit. por Burns *et al.*, 2010; Domínguez Díaz, 2012).



(Fuente: Adaptado de Ramírez, 1987)

No = *N. obliqua*, Ni = *N. leoni*, Na = *N. alessandri*, Np = *N. pumilio*,

*Nant = *N. antarctica*, Nn = *N. nítida*, Nd = *N. dombeyi*, Nb = *N. betuloides*.

Figura N° 2
HOJAS DE ALGUNAS ESPECIES CHILENAS DEL GÉNERO *Nothofagus*

Presenta hojas pequeñas (0,6 a 3,5 cm de largo), aovado-redondeadas a oblongas, con base acorazonada; bordes finamente dentados, lobulados y ondulados. Presenta flores femeninas y masculinas y frutos formados por 3 pequeña nueces, de las cuales 2 son triangulares, que rodean a una plana que se sitúa en el centro (Hoffmann, 1997).

Entre los meses de abril y mayo el ñirre comienza a manifestar cambios de coloración de las hojas producto del próximo receso invernal. Dependiendo de diversos factores, principalmente la temperatura, el cambio de coloración comienza antes en algunas zonas

geográficas. Por lo general en sitios de mayor altitud y menor temperatura promedio, el comienzo de la coloración y posterior caída de hojas se adelanta, el color correspondiente a todo el periodo vegetativo es verde, cambiando a rojizo, anaranjado y amarillo.



Figura N° 3
CAMBIO EN LA TONALIDAD DE LA HOJA AL APROXIMARSE EL RECESO VEGETATIVO

3.2. Distribución Geográfica

Ñirre es una especie endémica de los bosques costeros templados lluviosos o subantárticos de Chile y Argentina (Rodríguez *et al.*, 1983; Donoso, 2006).

La distribución del ñirre es muy amplia, abarcando aproximadamente 2.300 kilómetros, desde la Región de Maule en el cerro Imposibles (35°18' LS), en la precordillera andina de la comuna de Molina, provincia de Curicó, hasta el límite sur en Cabo Hornos (55°58' LS) en la provincia Antártica Chilena, Región de Magallanes (Ramírez, 1987).

Por la cordillera de la costa la distribución se encuentra en forma fragmentada entre los 35 y 36° S. la distribución es discontinua, encontrándose una pequeña población de la especie en el sur oeste de la Región de Maule, provincia de Cauquenes, en el lugar denominado Paso Mora (35°49' S).

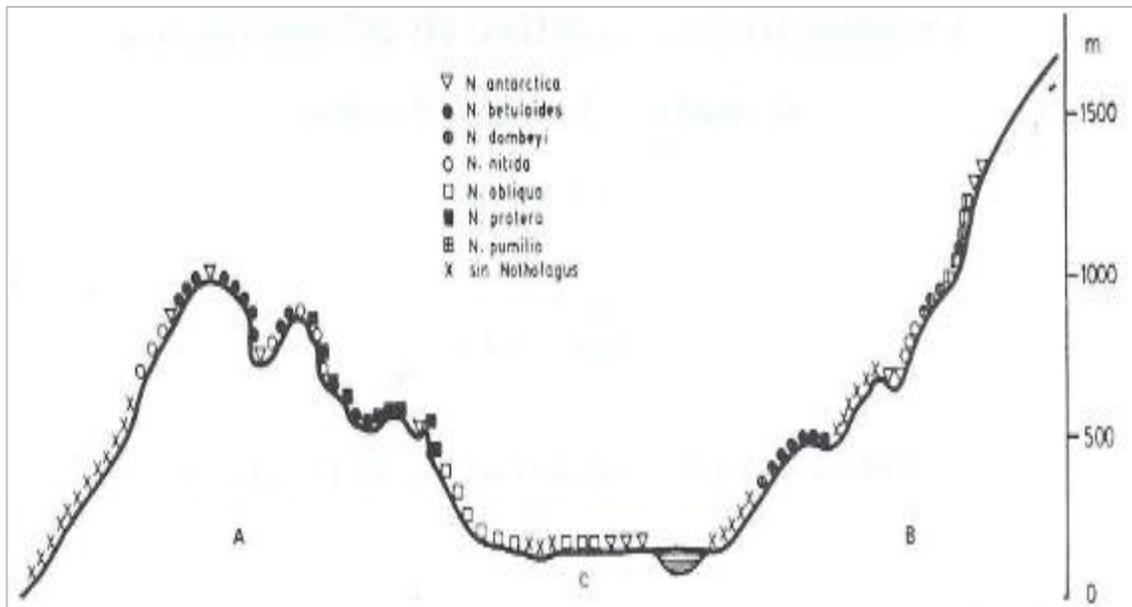
Posteriormente, reaparece en las alturas de la Cordillera de Nahuelbuta, provincia de Malleco en la Región de La Araucanía (37°40' y los 38° LS, aproximadamente), en áreas más altas y bolsones de frío en la Cordillera de Nahuelbuta como parte del tipo forestal Araucaria (Donoso, 2006).

Más al sur se vuelve a encontrar en las partes altas de la Cordillera de la Costa (Cordillera Pelada), provincia de Valdivia (40° hasta 43° LS) Región de Los Ríos y en la Isla de Chiloé en la Región de Los Lagos.

En la depresión intermedia existen algunos ejemplares de ñirre en una zona de Ñadis al norte de Puerto Montt, en las provincias de Llanquihue y Osorno, Región de Los Lagos (entre los 40°50' y los 41°25' LS).

Ñirre presenta un amplio rango de distribución, está presente en 39 unidades del Sistema Nacional de Áreas Protegidas por el Estado (SNASPE) con una cobertura mínima de 77.915 ha (Ormazábal y Benoit, 1987). Donoso (2006), menciona que en Chile existen 501.372 ha del Subtipo Forestal Ñirre, dentro del Tipo Forestal Lengua. Dentro de esta gran área ñirre se

presenta en forma discontinua, colonizando todo tipo de biotopos extremos que están vedados al resto de las especies del género (Ramírez *et al.*, 1985).



(Fuente: Alberdi, 1987)

Perfil de la Cordillera de la Costa (A) Cordillera Pelada (Valdivia), del Valle Central (C) y Los Andes (B) Parque Nacional Puyehue (Osorno).

Figura N° 4
ESQUEMA DE LA DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE ESPECIES DEL GÉNERO *Nothofagus*

3.3. Condiciones Climáticas

La flora de los bosques templados del sur de Sudamérica tiene un origen y desarrollo ligado a los principales eventos geológicos y climáticos que ocurrieron durante la prehistoria. Las características geográficas del extremo austral de Sudamérica se caracterizan por una elevada heterogeneidad en el ambiente físico, por la presencia de la Cordillera de los Andes y el Océano Pacífico, que determinan marcado gradientes climáticos que afectan los bosques subantárticos (Donoso, 2006).

En su distribución más austral, en Tierra del Fuego el clima está relacionado con las características de la circulación de la atmósfera y las corrientes oceánicas a las latitudes involucradas, la influencia de la masa de hielo antártico, la naturaleza insular del territorio y la localización de la Cordillera de los Andes. En la Patagonia, la cordillera es una barrera para los vientos occidentales semipermanentes emitidos por el anticiclón del Pacífico Sur, que son obligados a ascender, enfriándose y precipitando su humedad mayormente sobre los flancos occidentales de Los Andes y provocando fuertes gradientes descendientes de precipitaciones hacia la Patagonia extra andina (Frangi *et al.*, 2004; Bahamonde *et al.*, 2011).

Ñirre puede desarrollarse en variados ambientes con diferencias en las condiciones climáticas. En sitios óptimos con suficiente humedad y bien drenados, en donde los suelos son fértiles y las variaciones de temperaturas anuales y diarias son moderadas, la especie crece sin mayores problemas adquiriendo hábito arbóreo. No obstante, es posible que el ñirre crezca en suelos con variaciones hídricas amplias a lo largo del año, pobres en fertilidad y pedregosos, en zonas alto andinas y en el ecotono bosque-estepa, donde presenta un crecimiento de menor

altura y en sitios de extrema humedad y mal drenaje adopta progresivamente carácter de planta achaparrada o *Krummholz* (Ramírez *et al.*, 1985; Veblen *et al.*, 1996; Donoso, 2006).

En un estudio realizado por Gargaglione *et al.* (2013) se analizaron las características climáticas y edáficas de las tres calidades de sitio (III, IV y V) para ñirre en el SO de la provincia de Santa Cruz, Argentina, las que arrojaron temperaturas medias anuales que oscilan entre 5,4°C y 5,9°C y precipitaciones que van desde los 335 a los 563 mm/año.

En el límite de la distribución norte se desarrolla sobre climas más bien mediterráneos, pero totalmente atenuados desde el punto de vista de la humedad y temperatura, porque solo habita en sectores con humedad permanente sin extremos de temperatura en quebradas y cerca de cursos de agua (San Martín *et al.*, 1988; Donoso, 2006).

En la zona centro sur de Chile, se refleja su gran plasticidad al ubicarse en diferentes gradientes altitudinales y con capacidad de resistir heladas en invierno de -22°C (Alberdi, 1995). Ya en la zona sur se encuentra en la depresión central en los ñadis, bajo condiciones de mucha humedad del suelo en invierno y de alta sequedad en verano. Hacia el sur se mantiene en las islas y el continente bajo condiciones de clima oceánico templado-húmedo y continua hacia el sur con condiciones siempre húmedas pero más frías y ventosas (Donoso, 2006).

En cuanto al sustrato característico de los bosques de ñirre desarrollados en la Cordillera de los Andes, crece en los límites altitudinales de la vegetación arbórea, formando bolsones de frío, en sustratos pobres en fertilidad y pedregosos, muy secos o húmedos dependiendo de la pendiente.

En la Depresión Central se desarrolla sobre terrenos planos y suelos conocidos como ñadis, suelos de cenizas volcánicas superficiales que presentan a poca profundidad un *hardpan* de fierrillo que determina las variaciones hídricas del sitio.

En la zona austral de Magallanes y Tierra del Fuego se encuentra en zonas ecotonales entre el bosque y la estepa, en morrenas de los sectores de glaciaciones, y también en los límites de la vegetación arbórea, todas condiciones de drenaje restringido, bajas temperaturas y fuertes vientos (Premoli, 1991; Vidal y Premoli, 2004).

3.4. Regeneración del Bosque

La regeneración del bosque es un proceso dinámico que incluye distintas etapas, desde la floración hasta la instalación y supervivencia de plantas, y cuyo éxito final dependerá de distintos factores bióticos y abióticos que incidirán en cada etapa del proceso (Bahamonde *et al.*, 2013).

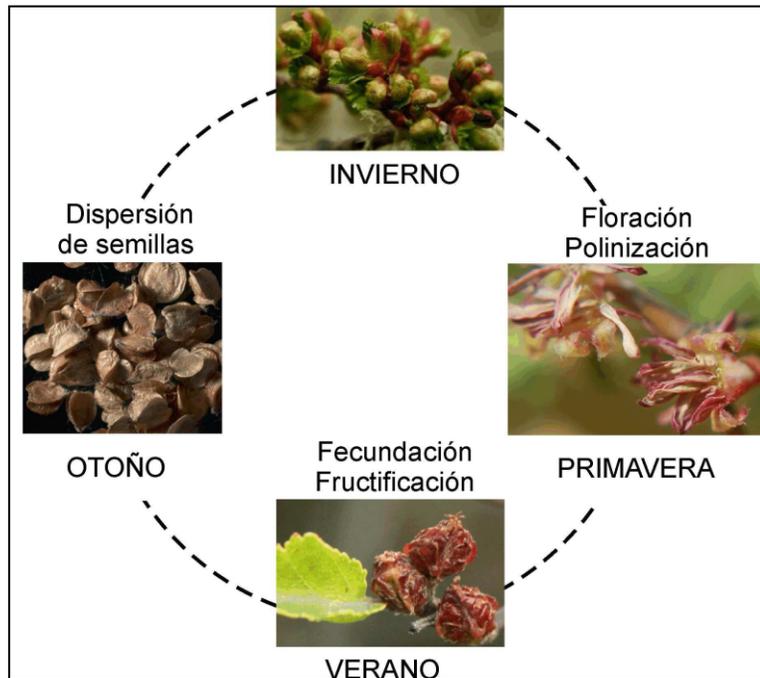
La floración de la especie comienza entre octubre y noviembre, y la maduración de los frutos se produce en abril (Donoso y Cabello, 1978; Donoso, 2006). Sin embargo, es probable que las fechas de floración y fructificación varíen en las diferentes latitudes y en diferentes biotopos.

Las semillas de ñirre son pequeñas y con alas reducidas en relación con el tamaño y fruto de escaso peso, por lo que el viento logra transportarlas con facilidad, también es posible que sean diseminadas por el agua y la gravedad (Donoso, 2006).

Las semillas de los individuos pertenecientes a los distintos morfotipos arbóreos resultaron más pesadas y con mayor capacidad germinativa que las semillas de los individuos que presentan crecimiento achaparrado (Premoli, 1991). Las condiciones ambientales en donde crecen los individuos achaparrados estarían afectando directamente la vitalidad y capacidad reproductiva de los individuos.

Bahamonde *et al.* (2011) cuantificaron la producción de semilla anual y su viabilidad germinativa en rodales puros de ñirre en tres calidades de sitio diferentes en la Patagonia Sur de Argentina y observaron que la germinación varió entre sitios, siendo independiente de la producción de semillas (la que fluctuó desde 2 a 52 millones), no superando el 12% de promedio en todos los años evaluados.

Las semillas de especies del género *Nothofagus* son principalmente dispersadas por el viento (anemócoras) y sus nueces son dehiscentes de modo que son liberadas del fruto (aquenio) al madurar y son aladas lo que facilita su transporte por el viento.



(Fuente: Soler, 2011)

Figura N° 5
CICLO DE VIDA DE ÑIRRE

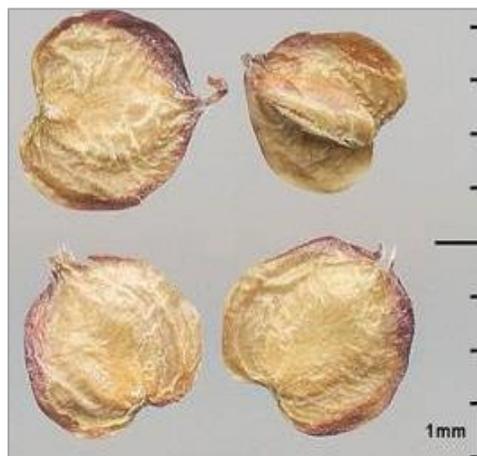


Figura N° 6
TAMAÑO Y FORMA DE SEMILLAS DE ÑIRRE OBTENIDAS DESDE LUPA BINOCULAR

Generalmente las especies del género *Nothofagus* presentan sus frutos en la parte superior de las copas lo que dificulta su recolección. Es posible aplicar dos métodos de recolección. El primero y más utilizado consiste en trepar los árboles, cosechando las semillas directamente de los árboles en pie, el segundo es cosechar en árboles volteados. Independiente del método utilizado es de gran importancia la identificación de cada lote de semilla mediante etiqueta que describa la especie, la ubicación geográfica, la altitud, la edad, estimada del árbol y la fecha de recolección.

Los bosques de ñirre se regeneran en forma natural por semillas y también en forma vegetativa a partir de rebrotes de tocones y raíces, sin embargo para que estas formas de regeneración natural se establezcan se hace necesario aplicar adecuadas técnicas silvícolas de monte bajo o monte medio, dado que tanto la regeneración por semillas como la originada en rebrotes de tocón son muy sensibles al ramoneo del ganado y a los daños por lagomorfos. En forma asistida estos bosques también pueden ser regenerados por plantaciones suplementarias empleando plantas producidas en viveros forestales a partir de semillas o de arraigamiento de estaquillas obtenidas del bosque. Al igual que en la regeneración natural, estas plantaciones requerirán de protección en la etapa de establecimiento.

3.5. Distribución y Superficie de Ñirre en la Región de Aysén

En el Cuadro N° 1 se muestra la superficie de bosque nativo por comuna y la participación del Tipo Forestal Lengua y Subtipo Ñirre en la totalidad de bosque nativo de la región, además se describe el Subtipo Ñirre en cuanto a la tenencia de la tierra (propiedad privada y fiscal).

**Cuadro N° 1
SUPERFICIE DE BOSQUE NATIVO, TIPO FORESTAL LENGUA Y SUBTIPO ÑIRRE, SEGÚN
PROVINCIAS Y COMUNAS, REGIÓN DE AYSÉN**

Provincia	Comuna	Superficie Bosque Nativo				
		Total	Lengua	Ñirre		Total
				Fuera SNASPE	Dentro SNASPE	
(ha)						
Aysén	Cisnes	1.047.263	156.741	292	7	299
	Aysén	1.532.996	231.628	9.506	6.333	15.838
	Guaitecas	29.396				
	Subtotal	2.609.655	388.369	9.798	6.340	16.137
Coyhaique	Lago Verde	281.314	183.295	25.410	592	26.002
	Coyhaique	281.517	243.911	34.765	865	35.629
	Subtotal	562.831	427.206	60.174	1.456	61.631
General Carrera	Chile Chico	111.399	98.656	7.706	2.095	9.800
	Río Ibáñez	190.709	151.996	6.773	12	6.785
	Subtotal	302.108	250.652	14.478	2.106	16.585
Capitán Prat	Cochrane	235.183	193.461	24.862	4.196	29.059
	Tortel	140.935	23.332	3.408	1.830	5.237
	O'Higgins	548.032	117.358	2.921	25	2.946
	Subtotal	924.151	334.151	31.191	6.051	37.241
Total		4.398.745	1.400.378	115.641	15.953	131.593

(Fuente: Elaboración propia en base a CONAF, 2012)

La mayor proporción de bosques dominados por ñirre se encuentran en las provincias de Coyhaique y Capitán Prat, con 61.631 ha y 37.241 ha, respectivamente, y una participación del 10,9% y 4,02%, respectivamente, de los bosques nativos presentes en la provincia.

En el Cuadro N° 2 se relaciona las diferentes clasificaciones realizadas al Subtipo Forestal Ñirre, describiendo por comunas situaciones en que la especie ñirre se presenta como dominante, estrato arbóreo y matorral. Ñirre muestra la mayor participación en el Tipo Forestal Lengua, con 122.805 ha, y en el Tipo Forestal Ciprés de las Guaitecas con solo 1.184 ha en los Tipos Forestales Coigüe de Magallanes y Siempreverde no se registra participación de ñirre como formación boscosa (Cuadro N° 3).

**Cuadro N° 2
SUPERFICIE DE BOSQUES DE ÑIRRE CLASIFICADOS DENTRO DEL TIPO FORESTAL LENGUA
Y MATORRALES DE ÑIRRE, REGIÓN DE AYSÉN**

Provincia	Comuna	Tipo Forestal Lengua			Matorrales de Ñirre*
		Subtipo Ñirre	Ñirre Especie Dominante*	Ñirre* < 4 m altura	
(ha)					
Aysén	Cisnes	299	275	8	1.084
	Aysén	15.838	13.938	6.596	4.755
	Guaitecas				
	Subtotal	16.137	14.213	6.604	5.839
Coyhaique	Lago Verde	26.002	25.363	15.700	16.998
	Coyhaique	35.629	35.161	18.236	7.464
	Subtotal	61.631	60.524	33.935	24.462
General Carrera	Chile Chico	9.800	8.909	4.097	13.564
	Río Ibáñez	6.785	6.314	4.171	2.361
	Subtotal	16.585	15.223	8.268	15.925
Capitán Prat	Cochrane	29.059	25.129	14.071	38.364
	Tortel	5.237	5.032	2.467	4.518
	O'Higgins	2.946	2.684	951	4.494
	Subtotal	37.241	32.845	17.490	47.376
Total		131.593	122.805	66.297	93.602

* Ñirre como especie dominante

(Fuente: Elaboración propia en base a CONAF, 2012)

**Cuadro N° 3
SUPERFICIE DE BOSQUE NATIVO Y PARTICIPACIÓN DE LA ESPECIE ÑIRRE
SEGÚN TIPO FORESTAL, REGIÓN DE AYSÉN**

Tipo Forestal	Superficie Regional (ha)	Participación Ñirre*	
		Superficie (ha)	(%)
Lengua	1.400.378	122.805	8,8
Coigüe de Magallanes	939.169		
Ciprés de las Guaitecas	159.333	1.184	0,7
Siempreverde	1.899.864		
Total	4.398.745	123.989	2,8

* Ñirre como especie dominante

(Fuente: Elaboración propia en base a CONAF, 2012)

4. MATERIAL Y MÉTODO

4.1. Determinación Superficie Potencial para Uso Silvopastoral

La superficie potencial para uso silvopastoral sustentable se refiere a las áreas cubiertas por bosques de ñirre, que no presenten restricciones dadas especialmente por pendiente del terreno y por aspectos legales y ambientales establecidos en la Ley de Bosque Nativo N° 20.283 y en el Decreto Supremo N° 82 de Suelos, Aguas y Humedales, entre otras.

Se recopila información existente en materiales fotográficos, cartográficos, bases de datos históricas y material de apoyo de otros proyectos realizados tanto por INFOR como por otras instituciones, recopilación que da el necesario soporte técnico a la zonificación por áreas potencialmente adecuadas para la implementación de sistemas silvopastorales.

Material de Sensores Remotos: Imágenes ASTER 2010-2013 (Imágenes con resolución espacial 15 m), Imágenes LANDSAT ETM+ 2013-2011, 2008, 2003, 2001 LANDSAT TM5 1986, 2001 (Imágenes con resolución espacial de 30 m).

Bases de Datos: Bases de Datos Catastro CONAF-CONAMA-BIRF (1997), Bases de Datos Inventario Continuo de Bosque Nativo XI Región (2007). Base datos actualización del Catastro Región de Aysén (CONAF, 2012).

Antecedentes Cartográficos: Cartografía del Catastro CONAF-CONAMA-BIRF (1997) 1:50.000. Cartografía actualización de rodales Catastro CONAF (2011) 1:50.000. Cartografía de base plataforma IDE-MINAGRI. Cartografía del Programa Cuencas Productivas de Aysén (SAG-EULA).

Con esta información se elabora cartografía temática de distribución del Subtipo Forestal Ñirre en la región, además se incorporaran relevamientos de otros disturbios, como fuego y cortas ilegales, que en sinergia con la acción de herbívoros son las principales causas de la degradación de los ecosistemas de ñirre.

También se da especial importancia a áreas de bosques de protección por limitantes fisiográficas, como cursos de agua y pendientes, entre otras.

Se determinan preliminarmente las restricciones y parámetros técnicos a utilizar y esto se somete a una consulta de expertos, después de la cual se genera la cartografía temática con las áreas susceptibles de uso silvopastoral.

Con esta consulta a profesionales y expertos del ámbito silvoagropecuario se buscó generar conocimiento desde la experiencia de personas que trabajan directamente en el tema de la silvicultura de ñirre a través de su opinión respecto a los sitios adecuados para un uso silvopastoral sustentable en estos bosques en la región de Aysén.

Se elaboró previamente un listado de personas relacionadas con los sistemas silvopastorales en Chile y el extranjero considerando como expertos principalmente a investigadores de institutos de investigación, universidades y centros tecnológicos reconocidos en Chile y Argentina, y como profesionales a otras personas de los servicios públicos como INDAP, SAG, INIA, CONAF e INFOR, de instituciones ligadas al ministerio de agricultura y profesionales privados dedicados a actividades de investigación, extensión, consultorías y prestación de servicios en el área (Cuadro N° 4).

Cuadro N° 4
PROFESIONALES Y EXPERTOS CONSULTADOS SEGÚN INSTITUCIÓN

Instituciones	Expertos	Profesionales	Total
Universidad de Magallanes (UMAG)	1	0	1
Universidad Austral de Chile (UACH)	1	0	1
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina) (INTA)	5	0	5
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina) (CONICET)	1	0	1
Instituto Forestal (INFOR)	4	9	13
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA)	1	1	2
Corporación Nacional Forestal (CONAF)	0	22	22
Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)	0	5	5
Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	1	1	2
Privados	2	25	27
Total	16	63	79

Definido el listado, se realizó una consulta abierta vía correo electrónico la cual debía ser contestada con la alternativa si o no respecto a si está de acuerdo con la posibilidad de implementar sistemas silvopastorales en bosques de ñirre bajo diferentes condiciones asociadas a tenencia de la tierra, pendiente o inclinación del terreno, condición edáfica, condición hídrica, capacidad de uso del suelo, tipo de estructura y una consulta abierta para indicar otros antecedentes que crea necesario incorporar en el análisis (Apéndice N° 1).

Terminada la etapa de recolección de información, las encuestas fueron ordenadas e ingresadas a una base de datos digital y analizadas según cada pregunta. Para las preguntas cerradas (sí o no) se elaboraron matrices de datos sistematizadas en planillas Excel de manera de poder filtrar los campos de interés.

Se obtuvieron los resultados de frecuencias para cada una de ellas. Dependiendo del tipo de datos, se consideraron también medidas de variabilidad. El análisis de los datos se realizó mediante un enfoque comparativo.

Para el caso de la pregunta abierta se trabajó con un análisis integral de clasificación de respuestas que aporte al desarrollo del resultado preguntas cerradas.

Con los resultados obtenidos en esta consulta se definieron los criterios para delimitar las superficies potenciales para sistemas silvopastorales sustentables mediante un análisis SIG basado en la cartografía de la última actualización del catastro de las formaciones vegetacionales nativas en la región (CONAF, 2012) (Apéndice N° 2).

Complementariamente se efectuó una caracterización de los propietarios en la comuna de Coyhaique desde el punto de vista de su edad, nivel educacional y otros temas generales, y en lo referente a sus actividades de manejo predial. Para esto se efectuó una encuesta semiestructurada con las preguntas pertinentes (Apéndice N° 3).

4.2. Desarrollo de Métodos de Manejo Silvopastoral

El estudio se realiza en las cercanías de Balmaceda, comuna de Coyhaique. Se establecen dos unidades de investigación silvopastoral de 6 ha, ubicadas en situaciones edafoclimáticas contrastantes de la región. La primera unidad experimental corresponde a un sitio de ñirrantal en un sector húmedo relacionado a un mallín en la zona de Puente Muñoz (Balmaceda) y la segunda a un bosque de ñirre en un sitio sin influencia de napa freática, sitio más seco (Galera Chico).

En cada sitio se establecieron tres tratamientos, de 2 ha cada uno. El primero, Pradera Naturalizada, representa una situación sin limitación de luz, que corresponde a zonas abiertas aledañas donde el bosque ha sido talado o está ausente naturalmente. El segundo, Silvopastoral, corresponde a un tratamiento en que se realiza un raleo tradicional (distribución espacial homogénea) que dejará una cobertura de copa en el rango de 30 a 40%. El tercer tratamiento, Testigo Forestal, considera un bosque original sin intervención con la realidad de cobertura existente en la zona de trabajo (> 70%). Para la representatividad de los resultados se instalan tres repeticiones para la toma de datos en el interior de cada tratamiento (parcelas forestales, de regeneración, jaulas de exclusión, transectos de composición botánica, otros). El tipo de raleo en el segundo tratamiento es predominantemente por lo bajo.

Dentro de la unidad de investigación silvopastoral de la zona de Galera Chico, se establecen tres exclusiones de forma rectangular de 20 x 25 m, en las que se evalúa la respuesta de la pradera y la dinámica de regeneración sin presencia de ganado.

Establecidas estas unidades experimentales se da seguimiento en ellas a las componentes bosque y praderas. Además se estima las posibles capacidades de carga animal y se caracterizan las condiciones de suelo y clima.

4.2.1. Bosque

4.2.1.1. Caracterización de la Estructura Forestal y Raleos

En el tratamiento de bosque testigo y en el silvopastoral (previo y luego del raleo) de ambas unidades experimentales se efectúa un inventario forestal para caracterizar la estructura del estrato arbóreo en términos de densidad, DAP, área basal, volumen, regeneración existente, y altura de los árboles dominantes, a través de 10 parcelas circulares de 100 m² sistemáticamente localizadas.

En el tratamiento silvopastoral de las dos unidades experimentales se cuantifica el rendimiento en volumen que se extrae de los raleos expresados en metros cúbicos por hectárea hasta 10 cm de diámetro límite. Complementariamente se determinan los costos del manejo (Apéndice N° 4).

4.2.1.2. Monitoreo del Crecimiento del Rodal

En cada tratamiento correspondiente a bosque de ñirre se realiza un seguimiento de la respuesta al raleo comparado con el bosque testigo sin intervención mediante un conglomerado de 3 parcelas circulares de 200 m² (radio= 7,98 m) distribuidas sistemáticamente en forma de L invertida. Cada árbol de la parcela es identificado, numerado y marcado a la altura de 1.3 m para tener mayor precisión en las mediciones anuales de DAP. Para el levantamiento de la información dasométrica se mide de en cada árbol de la parcelas la altura total utilizando Vertex, el DAP con forcípula y las clases de copa (dominante, codominante, intermedia y suprimida).

A partir de la información obtenida se estima el área basal, la dinámica de densidad (mortalidad) y el crecimiento en volumen del rodal. Las mediciones se realizarán en forma anual en el mes de mayo.

4.2.1.3. Cobertura de Copas y Transmisividad Lumínica

La dinámica de la cobertura de copas en el tiempo se evalúa mediante fotos hemisféricas. Para la estimación de las variables lumínicas en cada sitio en el tiempo, se tomaron tres fotografías hemisféricas en cada tratamiento, una en cada parcela.

Se utilizó un lente *fisheye* (campo visual 185°) a una altura de 1 m del suelo, con el fin de cuantificar el cambio en el régimen lumínico en los rodales.

Estas fotografías fueron tomadas evitando la influencia directa del sol, bajo un cielo cubierto de nubes, temprano en la mañana o durante la tarde luego de la caída del sol (Roxburgh and Kelly, 1995).

Para cuantificar el régimen lumínico producido por el raleo se tomaron 10 fotografías antes y otras 10 fotografías después del raleo, con estos resultados se estimó la cobertura del dosel en cada condición de sitio. El análisis de las fotografías hemisféricas se realizó con el software Hemi View.

La transmisividad lumínica corresponde a la proporción de radiación solar incidente sobre un material, que es capaz de atravesar dicho material. Para el análisis del presente estudio, cada imagen fue orientada al norte magnético.

Para la estimación de las variables lumínicas en cada sitio en el tiempo, las fotografías hemisféricas se procesaron de la siguiente forma: El primer paso consideró cortar la imagen en cuadrado para definir claramente los límites de las imágenes y el centro. Posteriormente se realiza la búsqueda de umbrales (*threshold classification*), todas las imágenes fueron transformadas a blanco y negro, y luego se procedió a utilizar un método automático de búsqueda de umbrales con *software SideLook 1.1.01* (Nobis, 2005). Todas las imágenes fueron guardadas en formato bmp. Para el análisis de las fotografías ya con umbral definido en forma automática, se utilizó *software HemiView 2,1*. El lente *fisheye* fue calibrado y programado con *HemiView* para una proyección polar simple o proyección equiángula.

4.2.1.4. Regeneración del Bosque

En la rentabilidad y sustentabilidad a largo plazo de un sistema silvopastoral es condición mantener el estrato arbóreo (Peri *et al.*, 2009). Garantizar la continuidad del bosque es determinante para la provisión de bienes y servicios ambientales que este provee.

Muchas especies forestales, entre ellas ñirre, se pueden reproducir tanto por vía sexual como asexual. La primera es por regeneración natural por semillas en el bosque o mediante la producción de plantas de semillas en viveros forestales para posterior plantación, en tanto que la segunda vía es por regeneración natural desde los tocones de árboles cortados en el bosque o a través de la producción de plantas en viveros a partir de arraigamiento de estaquillas.

Si se trata de regeneración natural en el bosque, tanto las plantas nuevas como los rebrotes desde tocones son muy sensibles al ramoneo, sea de ganado doméstico como de animales silvestres (conejos, liebres). Igual cosa ocurre con nuevas plantaciones con plantas de semillas u originadas de material vegetativo. En sistemas silvopastorales, en donde una de las componentes es precisamente el ganado, este es un elemento importante de considerar para la mantención del estrato arbóreo a futuro y habrá que tomar medidas que aseguren la regeneración.

En el primer caso se cumplen las leyes de la herencia y la evolución natural, hay variabilidad genética, y si se las quiere modificar en términos de iniciar un mejoramiento genético es preciso obtener semillas de una procedencia adecuada para la zona objetivo y desde ejemplares superiores en materia de crecimiento, forma del fuste, calidad de la madera u otras características según los objetivos del mejoramiento.

En el segundo caso, normalmente conocido como propagación vegetativa, el material obtenido será genéticamente idéntico al que lo origina, razón por la que, si se busca un mejoramiento, en el caso de la propagación por estaquillas habrá proceder en forma similar que con las semillas, obtenerlas de una procedencia adecuada y de ejemplares superiores. La base genética en este caso se hace más estrecha.

Existe escasa información relacionada con la dinámica de la regeneración en bosques de ñirre en el territorio nacional, la mayor parte de la información disponible proviene de la Patagonia argentina. Tejera *et al.* (2005) midieron el establecimiento de la regeneración de ñirre bajo distintos niveles de cobertura, encontrando un menor establecimiento de plantas en bosques más densos y Soler *et al.* (2010) estudiaron la producción de flores y semillas. En estos estudios se evaluó la instalación y supervivencia de regeneración en bosques primarios, secundarios y bajo uso silvopastoral de ñirre en Tierra del Fuego y se reportó una interacción en la producción de flores entre años y tratamientos, una mayor producción de semillas en bosques primarios, así como variaciones entre años y tratamientos.

Para conocer la ecología de la especie ñirre y aportar con información que permita dar continuidad al estrato arbóreo en el marco de sistemas de producción silvopastoral, es necesario el estudio de los distintos métodos de propagación (sexual y asexual) en condiciones controladas (vivero, invernadero, laboratorio) y en condiciones naturales (formaciones boscosas), además de conocer todos los procesos y aspectos relacionados a estas formas de propagación.

- Análisis de Semillas

La recolección de semillas en la Región de Aysén comienza a fines del verano y parte de otoño, dependiendo de estado de madurez y las condiciones climáticas que imperen en la zona austral (Salinas *et al.*, 2013). En cada temporada se colectaron semillas en los bosques en estudio, mediante corte de ramas y cosecha manual en el mes de marzo de cada año.

Las semillas fueron almacenadas en depósitos plásticos y llevadas al vivero para su extracción y limpieza, los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Genética del INFOR en su sede Bio Bio en la ciudad de Concepción. Las semillas fueron recibidas para su análisis durante el mes de julio de cada año.

El análisis físico de las semillas comprendió la determinación del peso de estas, que corresponde a una variable establecida por las normas internacionales ISTA (*International Seed Testing Association*) y consiste en el peso de 1.000 semillas a fin de conocer el tamaño y viabilidad de las especies. Mientras menor sea el peso de una semilla, más pequeño será su tamaño o más baja su viabilidad (Escobar, 2012). Se define pureza (%), número de semillas por kilogramo y peso por 1.000 semillas (g), además de largo, ancho y relación largo-ancho.

Posteriormente, para cada año de recolección, y para ambas procedencias (Galera Chico y Balmaceda) se realizaron análisis de germinación para bajo condiciones controladas. Las semillas fueron llevadas a cámaras de frío a una temperatura constante de 4°C por un tiempo determinado por los tratamientos pre-germinativos T1: 0 días; T2: 30 días; T3 45 días; T4: 60 días y T5: Ácido giberélico 2.000 ppm por 24 horas. Para las dos procedencias y en las tres temporadas se determina capacidad germinativa (%), energía germinativa (%) y período de energía (días).

- Producción de Plantas

Las semillas recolectadas de las procedencias Balmaceda y Galera Chico fueron sembradas en almacigueras al interior de un invernadero en el vivero de INFOR en la sede Patagonia en Coyhaique. Al transcurrir dos temporadas de crecimiento las plantas fueron evaluadas con el fin de caracterizar sus parámetros morfológicos en términos de diámetro de cuello (DAC en mm) y altura total (Htot en cm).

- Parámetros Morfológicos de las Hojas

Para la determinación de los parámetros morfológicos de las hojas en cada una de los sitios, Galera Chico y Balmaceda, se tomó al azar una muestra de cien hojas que se llevaron inmediatamente al laboratorio y la misma cantidad, 100 hojas, fue obtenida de las plantas producidas en invernadero con semillas de estos sitios. Estas hojas fueron pesadas con una balanza analítica (0,0001 g) y secadas en una estufa a 50 °C para determinar su contenido en materia seca.

Los parámetros controlados fueron longitud de la hoja, medido desde el extremo del pecíolo al extremo del limbo; ancho de hoja, medido en la zona más ancha, relación entre estas dos variables; peso fresco de 100 hojas; y materia seca, determinada tras llegar a peso constante en la estufa y expresada en peso seco respecto a peso fresco de la hoja entera.

- Propagación por Estaquillas

Entre las temporadas 2013 y 2016 se realizaron ensayos de propagación vegetativa. Se colectó material vegetativo (estacas o esquejes) procedente de ambos sitios de estudio, Galera Chico y Balmaceda, de ejemplares de hábito arbóreo, procurando que el material correspondiera al último crecimiento anual o bianual de los árboles.

Se efectuaron cuatro ensayos:

Ensayo 1: Cinco tratamientos, utilizando diferentes concentraciones de ácido indolbutírico (AIB) y horizonte de evaluación de 30 días, utilizando 15 muestras en cada caso.

T0: 0
T1: Polvo (2.000 ppm)
T2: 2.000 ppm en solución: 1 ml auxina : 5,00 ml alcohol 50%
T3: 4.000 ppm en solución: 1 ml auxina : 2,50 ml alcohol 50%
T4: 8.000 ppm en solución: 1 ml auxina : 1,25 ml alcohol 50%

Ensayo 2: Siete tratamientos utilizando concentraciones menores de AIB que en el Ensayo 1 e igual horizonte de evaluación.

T1: Testigo
T2: 2.000 ppm polvo
T3: 100 ppm líquida
T4: 200 ppm líquida
T5: 500 ppm líquida
T6: 1.000 ppm líquida
T7: 2.000 ppm líquida

Ensayo 3: Iguales tratamientos que en ensayo 2, pero a un horizonte de evaluación de 90 días con controles quincenales.

Ensayo 4: Efectuado en 2016, 5 tratamientos evaluados a los 30 y 60 días, 10 estaquillas por tratamiento.

T0: Testigo
T1: 1.000 ppm líquida
T2: 500 ppm líquida
T3: 200 ppm líquida
T4: 100 ppm líquida
T5: Polvo (2.000 ppm)

En los cuatro ensayos se controló supervivencia (%), formación de callos (%) y formación de raíces (%).

- Regeneración Natural

En las dos condiciones de sitio donde se establecieron las unidades demostrativas, se evaluó la regeneración natural (a libre pastoreo) en cada una de las tres parcelas forestales permanentes. En cada parcela permanente se establecieron cuatro sub-parcelas permanentes de 1 m², dispuestas a 5 m desde el árbol central y orientada en el sentido de los puntos cardinales (N, S, E, O). El total de parcelas a evaluadas en cada tratamiento (testigo forestal, silvopastoreo) de ambos sitios (mallín, seco) fue de 48 parcelas.

La aparición de plantas de regeneración natural por semillas, en el Testigo Forestal y en Silvopastoral en Balmaceda y Galera Chico, se llevó a cabo en el mes de diciembre y al final de la temporada se evaluó el porcentaje de supervivencia en el mes de abril (Bahamonde *et al.*, 2011). Cabe destacar que la evaluación de la regeneración natural fue evaluada a libre pastoreo (presencia de ganado bovino).

- Protección Individual de Tocones

La integración del ganado en los bosques ocurre desde inicios de la colonización en Aysén. Los primeros pobladores habilitaron grandes superficies de terreno para la crianza de su ganado, para ello el elemento de habilitación fue principalmente el fuego. Actualmente es posible observar la convivencia entre el ganado y el bosque nativo como una actividad arraigada en la región que puede poner el peligro la regeneración de algunos tipos de bosques, ya que no se aplican criterios técnicos que propicien la sustentabilidad del ecosistema.

Toda acción de corta de bosque nativo, cualquiera sea el tipo de terreno en que éste se encuentre, debe hacerse previo plan de manejo aprobado por la Corporación Nacional Forestal. Este instrumento de planificación está orientado a ordenar las intervenciones silvícolas para una sustentabilidad en el tiempo, con el fin de que el bosque otorgue recursos económicos a los propietarios velando el medio ambiente y su biodiversidad.

Desde el punto de vista ambiental uno de los objetivos principales del manejo silvopastoral sostenible es mantener la continuidad del bosque y de la provisión de los bienes y servicios que este provee. Sin embargo, asegurar la regeneración y permanencia del bosque solo por la vía de la regeneración natural no es posible. Resulta indispensable así implementar nuevas estrategias silviculturales de fácil aplicación, alta efectividad y bajo costo, que aseguren la permanencia del bosque, una de ellas es la protección de los tocones con el fin de asegurar el desarrollo de los rebrotes que surgen de ellos y de sus raíces.

Se diseñaron tres tipos de protectores individuales para la protección de tocones; el primero, conocido como protector tradicional, evita el ramoneo de ganado bovino mediante el uso de estacas y alambre (liso y púas). El segundo, denominado protector de malla, que evita el ramoneo de ganado bovino y también los daños por ovinos, caprinos y lagomorfos, usando principalmente malla gallinera. Finalmente, un tercer tipo de protector confeccionado

principalmente con ramas y varas residuos de raleo. Detalles del diseño, insumos y costos de protectores en Apéndice N° 5.

En cada condición de sitio del ñirral (Galera Chico y Balmaceda) se protegieron 18 tocones utilizando dos tipos de tratamientos de protector individual; protector de malla (P1) y protector tradicional (P2), manteniendo un control sin protección con 9 tocones marcados (P3).

En cada repetición se evaluaron parámetros de crecimiento del tocón; DAT= Diámetro altura tocón, Htoc = Altura tocón, Nb = Número de brotes, Lb = Largo de brotes y R = Porcentaje de ramoneo.

4.2.2. Pradera

4.2.2.1. Productividad de la Pradera y Sotobosque

En cada tratamiento se mide la productividad mensual de la pradera en kilogramos de materia seca por hectárea (kg MS/ha) mediante la instalación de cuatro jaulas de exclusión. Las dimensiones de estas jaulas son 1 m de largo x 0,5 m de ancho x 0,5 m de alto (0,5 m²) y son distribuidas en lugares representativos donde pastorean los animales.

En el caso de los tratamientos con bosque de ñirre, dos jaulas se instalan bajo copa de árboles y las otras dos entre copas con el objetivo de captar la variabilidad del ambiente lumínico que llega al sotobosque, especialmente en el sistema Silvopastoral luego de raleado. Luego de cada corte mensual las jaulas son reinstaladas con el fin de medir la productividad del rebrote.

Además, en cada una de las tres exclusiones de cada tratamiento de la Unidad de Investigación Silvopastoral de la zona de Galera Chico, se realizan cortes mensuales con marco de 0,5 m² para determinar las curvas de acumulación de materia seca.



Figura N° 7
JALAS DE EXCLUSIÓN DE LA PRADERA

El procedimiento de medición de parámetros de crecimiento y disponibilidad, comienza con un corte de emparejamiento a 3 cm del suelo, luego se instalan las jaulas, para medición mensual durante el periodo de crecimiento (octubre a abril).

La muestra es codificada y pesada en estado verde, para luego secarla aplicando temperatura hasta llegar a peso seco. Esta evaluación se efectúa en laboratorios de INIA Tamel Aike y se hacen las siguientes determinaciones:

$$MS = (PS / PV) \times 100$$

Donde: MS: Materia seca (%)
PS: Peso seco (g)
PV: Peso verde (g)

$$CP = (MS / ha) / N^{\circ} \text{ días}$$

Donde: CP: Crecimiento de la pradera en MS (kg/ha/día)

4.2.2.2. Composición Botánica

Los cambios estacionales en la composición botánica de la pradera se estimarán dentro de jaulas de exclusión en cada tratamiento separando de los cortes de productividad las especies y contabilizándolas para determinar la participación porcentual de gramíneas, latifoliadas, trébol y material senescente.

En cada tratamiento en ambas unidades experimentales se instalan 3 transectos fijos y georreferenciados de 20 m de longitud en el área bajo pastoreo para caracterizar la evolución temporal en el cambio de la composición botánica. En cada transecto se realizarán toques de puntos con agujas (*point quadrat*) cada 5 cm (400 puntos).

Además, en cada una de las tres exclusiones de cada tratamiento silvopastoral de la unidad de Galera Chico, se instalan los mismos tipos de transectos para aislar el efecto del ganado sobre la evolución de la composición botánica. Las mediciones en los transectos se efectuarán en diciembre de cada año.

En los transectos se podrá evaluar complementariamente la instalación potencial y mortalidad anual de plantas de ñirre de regeneración por semilla bajo el efecto del ganado.

4.2.3. Ganado

La carga animal expresa el número de cabezas de ganado que pastorea en un área en un tiempo determinado y se calcula en base a la disponibilidad de forraje para que evitar la degradación del recurso. Se expresa como unidades animales (UA/ha/año).

Se calcula en forma teórica la carga animal que soporta el recurso en su estado actual y en base a los resultados de los tratamientos.

Se evalúa el efecto del ramoneo en plantas de ñirre, para esto será necesaria la presencia de ganado (vacuno u ovino) en el tratamiento Silvopastoral donde se evalúa el efecto de ramoneo, altura de ramoneo y temporalidad de ramoneo. Expertos de INIA Tamel Aike efectúan los cálculos de carga animal sustentable que soportaría el módulo y no se descarta utilizar como constante la carga histórica de cada lugar.

4.2.4. Variables Climáticas y de Suelo

La descripción climática general de los sitios de estudio se realiza mediante el análisis de los registros de precipitación, temperatura y velocidad del viento, principalmente, de la estación meteorológica Vista Hermosa perteneciente a la Red Agroclimatológica Nacional de INIA.

Además, en cada unidad experimental se instalan *dataloggers* con sensores de humedad del suelo (0-20 cm) para referenciar el estado hídrico con la producción de la pradera y sotobosque.

Para la estimación de la cobertura de copa y de la radiación solar fotosintéticamente activa total transmitida se toman fotos hemisféricas con un lente ojo de pescado (campo visual 180°) del dosel arbóreo a 1 m de altura desde el suelo, durante la temporada de crecimiento correspondiente a la máxima expansión foliar y durante el periodo sin hojas.

Para caracterizar las propiedades físico-químicas de los suelos en los distintos tratamientos, se extraen 3 muestras tomadas al azar e integradas desde la superficie hasta una profundidad de 30 cm, las cuales serán secadas, para posteriormente formar una muestra compuesta para cada nivel de radiación y enviadas al laboratorio para su análisis. Apoyado en calicatas construidas para el análisis.

4.3. Diseño de Bases de un Estudio Técnico para Bosques de Ñirre

La elaboración de planes de manejo con fines silvopastorales en bosques de ñirre no es aún una práctica habitual. Estos planes de manejo aprobados por la autoridad forestal pertinente son un requisito previo para su implementación y su cumplimiento es condición para la sustentabilidad de estos bosques.

Esta situación motivó a incluir en el trabajo la elaboración de bases para la preparación de los estudios técnicos necesarios para la preparación de estos planes, sus contenidos y las actividades propuestas en ellos (Apéndice N° 6).

Este trabajo se complementó con seminarios de trabajo, individuales y grupales, con profesionales de las instituciones del Agro y privados, como consultores forestales, operarios agrícolas y productores forestales y ganaderos.

4.4. Pautas de Manejo Silvopastoral para Bosques de Ñirre en la Región de Aysén

Todos los resultados obtenidos en el presente trabajo y en investigaciones anteriores de INFOR han permitido generar pautas de manejo silvopastoral para bosques de ñirre que concilien sustentablemente la conservación de suelos y aguas, el manejo del recurso forestal y que soporten actividades de pastoreo.

Sobre la base de los resultados de las diversas investigaciones realizadas, se han ordenado y sistematizado los procedimientos y las prácticas silviculturales que deben ser consideradas para el manejo sostenible de bosques de ñirre, a través de sistemas silvopastorales que integran bosque praderas y ganado (Apéndice N° 7).

4.5. Difusión de los Resultados del Proyecto

La transferencia de avances y resultados está dirigida a profesionales del área silvoagropecuaria, pequeños propietarios y funcionarios de los organismos públicos pertinentes. Se contemplan la realización de seminarios complementados por días de campo, con el objetivo de presentar los resultados a los grupos de interés.

Se realizan campañas radiales de información, se elabora material de difusión en forma de folletos y cartillas técnicas y se incorpora información en sitios web institucionales. Con esto se busca asegurar la difusión de los resultados más allá de la duración del proyecto.

A lo anterior se suman publicaciones en diferentes medios propios y externos y la participación del equipo técnico de INFOR en congresos nacionales e internacionales. Además de una importante colaboración mutua con profesionales de la Patagonia argentina que también enfrentan el desafío del manejo sostenible en bosque de ñirre.

5. RESULTADOS

5.1. Superficie Potencial para Uso Silvopastoral

5.1.1. Superficie Potencial

La superficie potencial para uso silvopastoral sustentable en bosques de ñirre en la región corresponde a aquella que no presenta las restricciones consideradas en la consulta pública a expertos y profesionales del sector silvoagropecuario, cuyos resultados se entregan en el Apéndice N° 1. Los criterios de aplicabilidad de sistemas silvopastorales en estos bosques validados en la mencionada consulta son resumidos en el Cuadro N° 5.

Cuadro N° 5
CRITERIOS PARA LA APLICACIÓN DE SISTEMAS SILVOPASTORALES EN BOSQUES DE ÑIRRE

Criterio	No Aplica	Aplica
Tenencia de la tierra	Terrenos SNASPE	Terrenos privados
Pendiente	>30%	<30%
Profundidad de suelo	<25 cm	>25 cm
Condición hídrica	Turbera, mallín permanente	Mallín temporal, sitios secos
Estructura del bosque	Etapas juveniles (brinzal, monte bravo)	Renoval, bosque adulto

Sobre la base de esta definición de criterios se realizó un análisis SIG con la información disponible de la actualización del Catastro Vegetacional de los Recursos Forestales Nativos de la Región de Aysén (CONAF, 2012) para definir la superficie y delimitar cartográficamente las áreas potencialmente apropiadas para la implementación de manejo silvopastoral sustentable. Los resultados se entregan en el Cuadro N° 6 y la cartografía por comunas en el Apéndice N° 2.

Cuadro N° 6
SUPERFICIES POTENCIAL PARA USO SILVOPASTORAL SUSTENTABLE
SEGÚN PROVINCIAS Y COMUNAS REGIÓN DE AYSÉN

Provincia	Comuna	No Aplica (ha)	Aplica (ha)	Total (ha)
Aysén	Cisnes	297	2	299
	Aysén	13.318	2.518	15.836
	Guaitecas	0	0	0
Coyhaique	Lago Verde	12.386	13.615	26.001
	Coyhaique	21.458	14.175	35.633
General Carrera	Chile Chico	6.788	3.006	9.794
	Río Ibáñez	3.206	3.578	6.785
Capitán Prat	Cochrane	18.852	10.216	29.067
	Tortel	4.142	1.007	5.149
	O'Higgins	2.366	668	3.033
Total		82.813	48.784	131.597

5.1.2. Caracterización de los Propietarios

En forma complementaria, con el fin de caracterizar a los productores que integran ganadería en los bosques de ñirre, se aplicó una encuesta semiestructurada (Apéndice N° 3) a productores de la comuna de Coyhaique, dado que está comuna concentra casi el 30% de la superficie potencial para sistemas silvopastorales. Este trabajo permitió tener un mayor acercamiento a la realidad social y productiva de los propietarios forestales y al manejo de sus predios.

5.1.2.1. Antecedentes Generales

En los aspectos generales la encuesta se orientó a apreciar lugar de residencia, rango etario, salud y nivel educacional. En la Figura N° 8 se resumen los resultados de la encuesta.

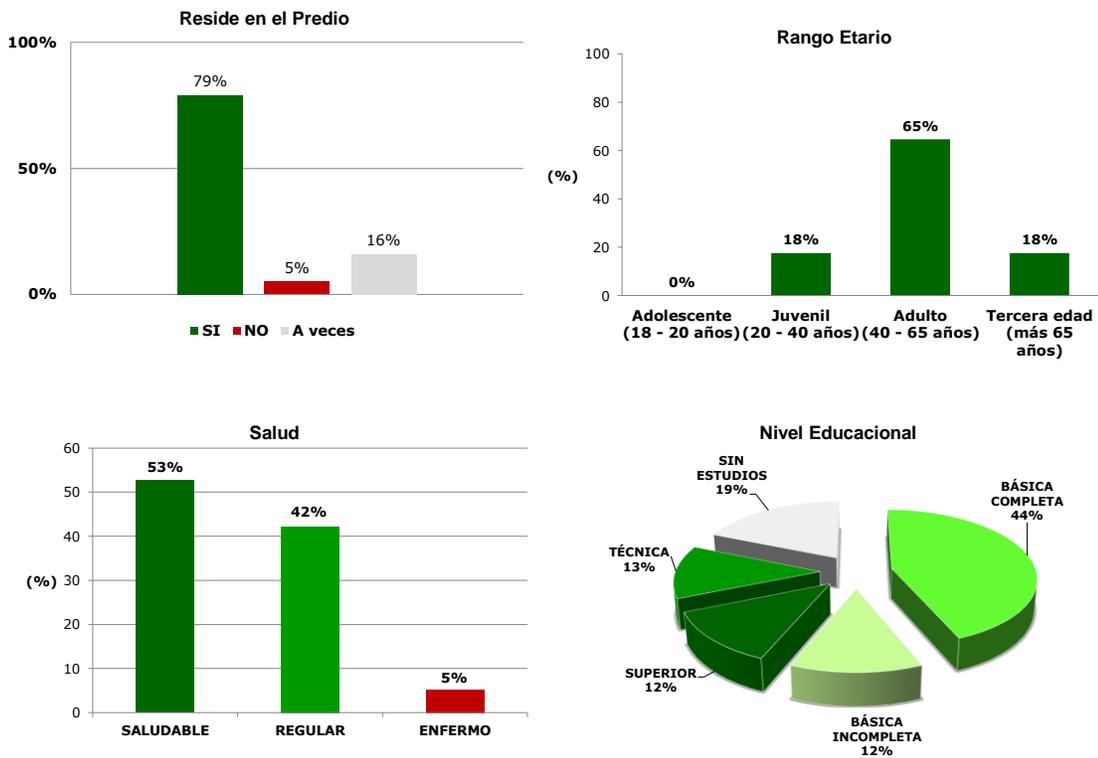


Figura N° 8
ANTECEDENTES GENERALES DE LOS PROPIETARIOS

La residencia permanente de los productores en sus predios es un aspecto de importancia dada la relación directa con las actividades prediales en materia de ejecución o supervisión, mantención y vigilancia, tanto en lo que se refiere al bosque como al ganado. Casi el 80% de los productores vive en el predio, un 5% de ellos vive en la ciudad de Coyhaique y va al predio con cierta frecuencia, normalmente en los fines de semana, y un 16% indica que va al predio con cierta frecuencia, pero que en los períodos de importancia, como pariciones, colecta de leña, marcación de animales u otros, se radica temporalmente en el predio.

Respecto de la edad, la mayoría de los productores (65%) son adultos en el rango de 40 a 65 años, un 18% está en la tercera edad y una proporción igual corresponde al rango etario de 20 a 40 años.

En lo referente a las condiciones de salud, aspecto importante dado que se liga a la permanencia de los productores en sus predios, el 53% declara que se encuentra en buenas condiciones y un 42% comenta que su estado de salud es regular, pero que esto no le impide desarrollar sus actividades prediales. Solo un 5% señala que se encuentran enfermos y que sus actividades prediales las delegan en terceros.

Finalmente, en lo que se refiere al nivel de educación, solo el 19% señala no tener estudios formales y el 12% haber cursado educación básica incompleta. La mayoría informa educación básica completa e incluso algunos informan que tienen educación técnica (13%) y superior (12%).

Desde el punto de vista del desarrollo de actividades de transferencia tecnológica, esta debiera alcanzar a todo tipo de propietarios, sin embargo parecería conveniente integrar estas variables y priorizar la capacitación y transferencia hacia quienes viven en sus predios, están en los rangos etarios intermedios y poseen al menos educación básica completa con el fin de lograr que la curva de adopción de nuevos conocimientos sea más corta.

5.1.2.2. Manejo Predial

Los productores desarrollan variadas actividades productivas en sus predios y de ellas provienen sus ingresos en diferentes proporciones. La encuesta reflejó que el 50% de los entrevistados realizan múltiples actividades productivas en su predio, esto es más de tres. En segundo lugar, con un 28%, se ubica la actividad ganadero-forestal (silvopastoral). En menor medida, con un 6% se encuentran las actividades tradicionales (Figura N° 9).

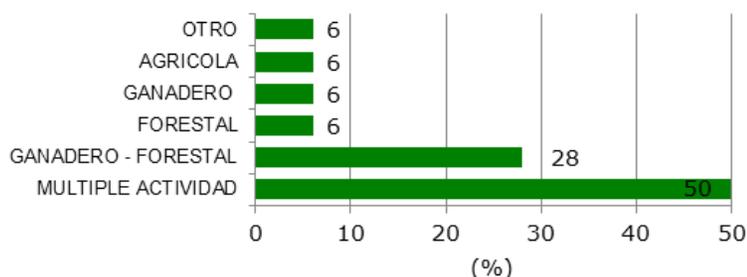


Figura N° 9
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

El manejo del ganado dentro del predio se realiza de acuerdo a las diferentes estaciones del año, es por eso que se denominan campos de veranadas o de invernadas. Los primeros corresponden a predios ubicados a mayor altitud y se caracterizan por la presencia de bosques principalmente lenga, a estos sitios es destinado el ganado en épocas donde el forraje es escaso. Los predios denominados de invernada se ubican a menor altitud en fondos de valle y colindantes a formaciones de ñirre.

Un 47% de los productores manifiesta un control de la capacidad de carga a través de apotreramiento de sus predios, sin embargo, desconocen el real concepto de manejo de carga animal de un sitio, que responde al análisis de la cantidad y calidad de materia seca de un terreno. El 53% de los entrevistados apotrera sus campos para un manejo ganadero rotativo. (Figura N° 10).

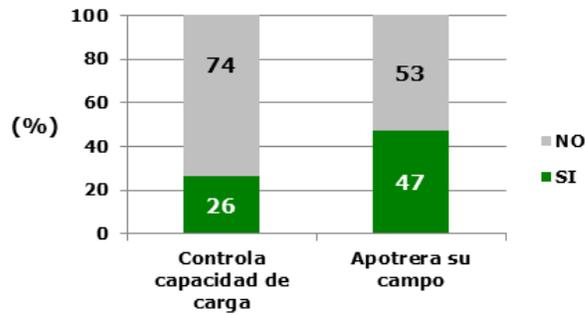


Figura N° 10
MANEJO GANADERO

En la Figura N° 11 se presenta la superficie de bosque nativo que posee cada productor entrevistado en relación con lo que corresponde a bosque de ñire. Aproximadamente un 1/3 de la superficie de bosque nativo corresponde a ñire.

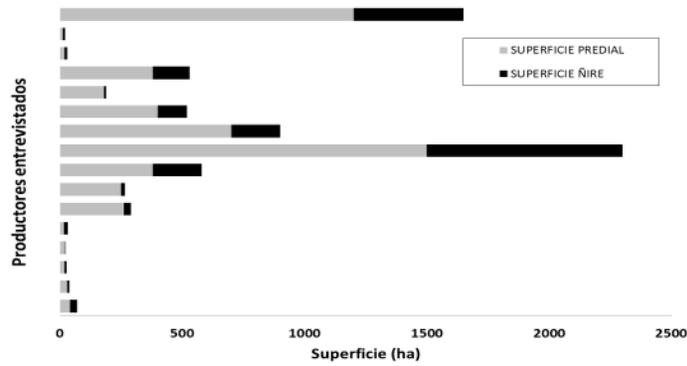


Figura N° 11
PROPORCIÓN DE BOSQUE DE ÑIRE EN RELACIÓN A BOSQUE NATIVO EN LOS PREDIOS

Un 72% de los entrevistados maneja su bosque, sin embargo solo un 65% de ellos posee plan de manejo forestal (Figura N° 12). Del manejo de los ñirrales obtienen distintos productos, tales como leña, postes y madera con un 65%, 19% y 15% de importancia, respectivamente (Figura N° 13).

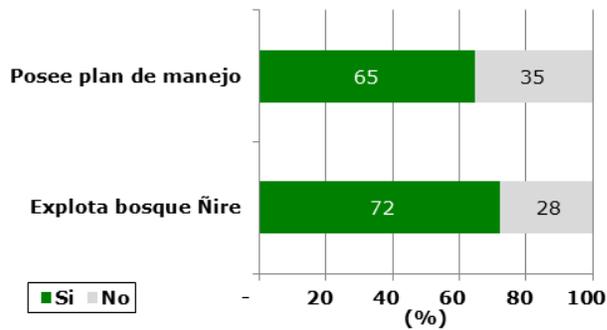


Figura N° 12
EXISTENCIA DE PLAN DE MANEJO

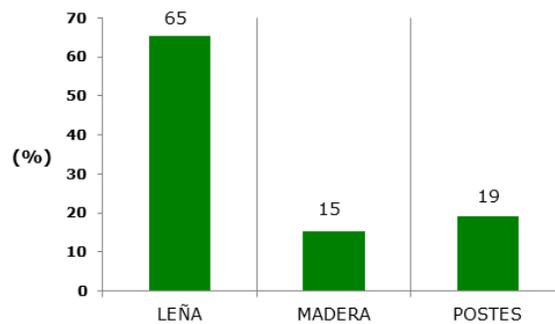


Figura N° 13
PRODUCTOS OBTENIDOS DEL MANEJO DE BOSQUES DE ÑIRRE

5.2. Desarrollo de Métodos de Manejo Silvopastoral

5.2.1. Descripción de las Áreas de Estudio

Como se indicó el estudio se realizó en las cercanías de Balmaceda donde se evaluaron ñirrales en condiciones de sitios contrastantes; una condición húmeda relacionada a un mallín (Balmaceda) y una segunda condición más seca en un sitio de transición de estepa, sin influencia de capa freática (Galera Chico).

En cada sitio se establecieron tres tratamientos; un Testigo Forestal en el cual no se tocó el bosque del lugar, un tratamiento Silvopastoral en el que se aplicó un raleo por lo bajo extrayendo alrededor del 40% del área basal, y un tercer tratamiento en terreno abierto de Pradera Naturalizada resultante de una anterior extracción del bosque para el uso ganadero del terreno.

Estas unidades experimentales fueron establecidas en los dos sitios antes mencionados cuyo detalle se entrega en el Cuadro N° 7.

Cuadro N° 7
UNIDADES EXPERIMENTALES

Unidad	Predio	Propietario	Ubicación	Sitio
Galera Chico	Los Mallines	Claudio Bambs	45° 50' S - 71° 49' O	Seco
Balmaceda	Vista Hermosa	Roberto Muñoz	45° 52' S - 71° 49' O	Mallín

Las áreas de estudio escogidas corresponden a formaciones de ñirre en estado arbóreo, ubicadas en la transición entre el bosque caducifolio y la estepa patagónica. La selección individual de los predios obedeció a criterios técnicos y sociales.

Se seleccionaron situaciones de bosque con presencia de pastoreo de animales domésticos (vacuno) y bosques con estructura completa o con algún tipo de intervención que no deteriorará la estructura original.

También se evaluaron características sociales de los productores, para recibir y aplicar el conocimiento y adoptar las prácticas.

Los suelos de estos sectores cercanos a la localidad de Balmaceda corresponden a formaciones de Xerolls, que se caracterizan por estar bien drenados (gran grupo Haploxerolls). En posiciones bajas con problemas de drenaje se encuentran suelos Inceptisols (Gran Grupo Haplaquepts).

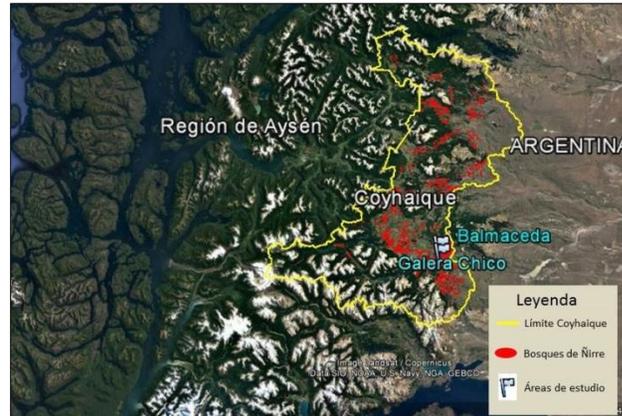


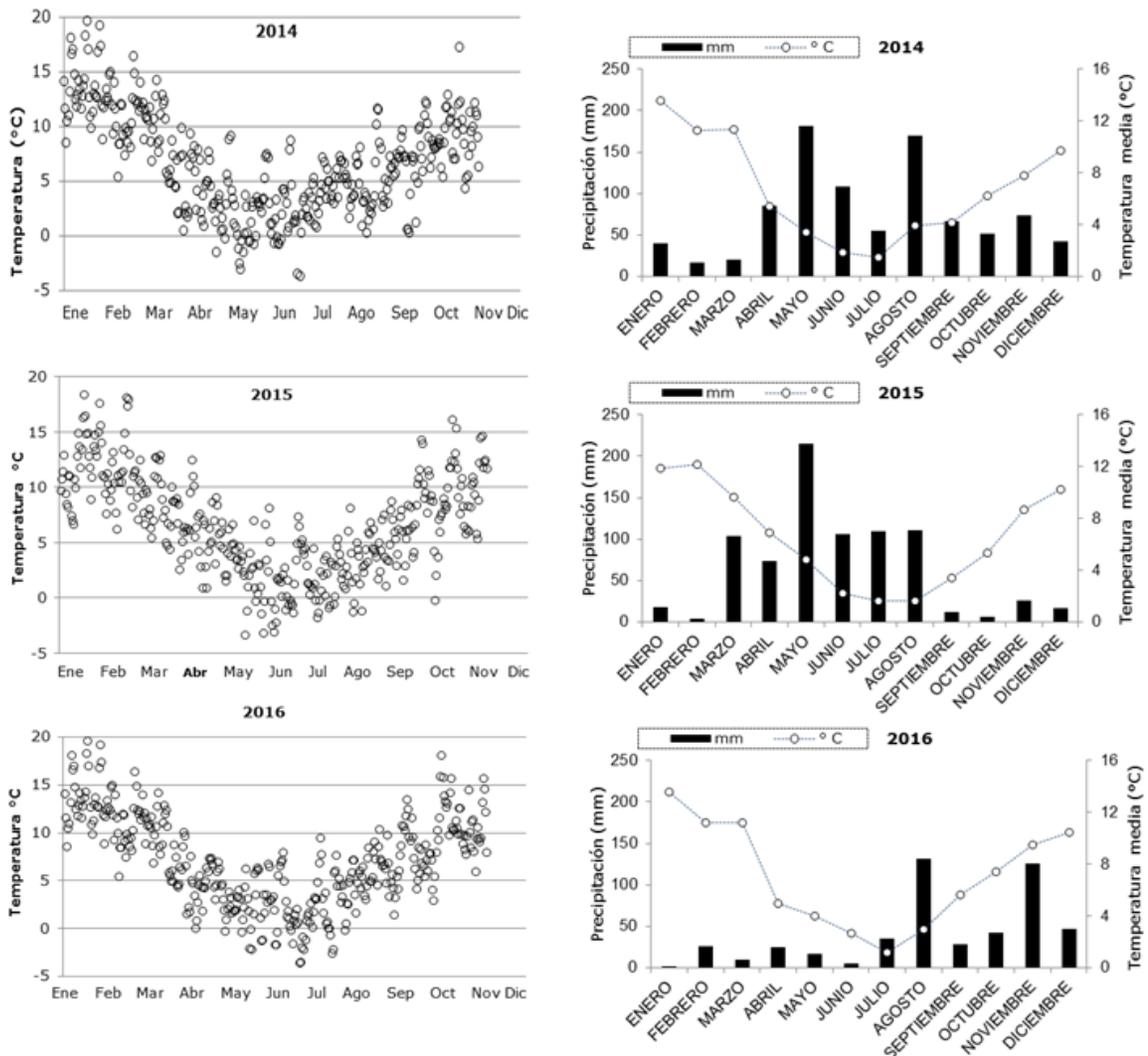
Figura N° 14
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES

La zona se caracteriza por presentar un clima de estepa fría en la vertiente oriental de los Andes Patagónicos. El cordón montañoso protege a esta zona y provoca una disminución notable de las precipitaciones, en comparación con el sector occidental de clima oceánico en la misma latitud. En la zona oriental los valores de las precipitaciones bajan hasta 621 mm anuales en Balmaceda (Figura N° 15).

De acuerdo a la Clasificación Climática de Köppen, el clima de la región de Aysén corresponde al Trasandino con Degradación Esteparia y se caracteriza por un considerable volumen de precipitaciones y vientos de gran intensidad. Las temperaturas media y media mínima anual son de 8,7 °C y 3,9 °C, respectivamente, la media máxima de enero es de 18,7 °C y la mínima media de julio es de -0,7 °C. La precipitación media es de 1.200 mm (IREN, 1979), con un periodo corto de escasez de precipitación entre enero y febrero. Los vientos promedios fluctúan entre 37 y 56 km/h, con ráfagas de 60-80 km/h en época de primavera.

La temperatura del aire muestra una marcada tendencia a medias mensuales inferiores a los 10°C gran parte del año. Durante los períodos de evaluación de los ensayos la temperatura media anual de los años 2014, 2015 y 2016 fue de 6,7; 6,5 y 7,1°C, respectivamente. Las temperaturas mínimas se presentaron en los meses de junio y julio con promedios que no superaron los 3° C.

Si bien la temperatura del aire podría generar una disminución de la temperatura del bosque por convección, la estructura del bosque y del suelo permite la mantención de temperaturas un poco mayores pudiendo estas permitir el desarrollo y crecimiento normal para las especie adaptadas a estas condiciones de ambiente. Mayo fue el mes del año con mayor precipitación acumulada para las temporadas 2014 y 2015 con valores mensuales de 181,4 y 215 mm, respectivamente. En la temporada 2014 la precipitación acumulada anual (909,4 mm) fue un 12% superior que la temporada 2015 (800,2 mm). El déficit hídrico de temporada 2016 ha causado serios daños años a la producción de forraje en la región, en los primeros tres meses han caído 35,4 mm, un 70% menos agua que en los mismos meses de la temporada 2015.



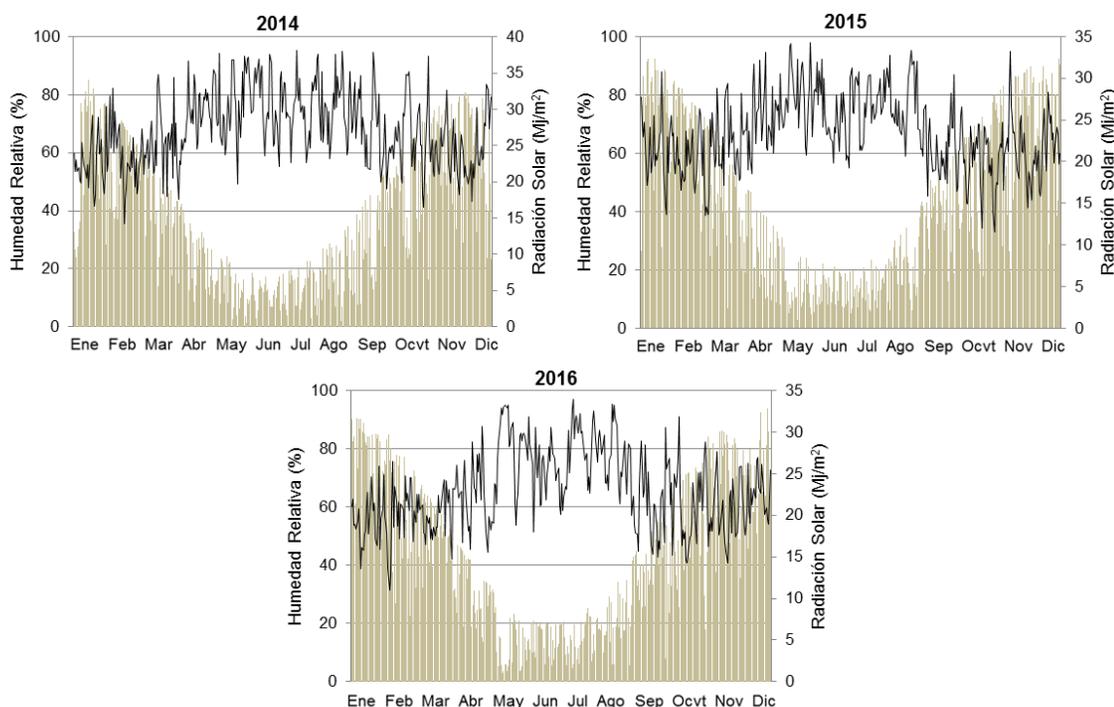
(Fuente: Elaboración propia en base a Estación Meteorológica Vista Hermosa <http://agromet.inia.cl>).
 Temperaturas por mes (izq), temperaturas medias mensuales y precipitación acumulada por mes (der)

Figura N° 15
TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES MENSUALES POR TEMPORADAS 2014 A 2016

La temperatura y humedad del suelo son factores relevantes en la formación vegetal, como se observa en la Figura N° 16 la temperatura del suelo (10 cm de profundidad) en la temporada 2015 los valores son altos durante todo el año, solo en diciembre se observa un descenso llegando a los 5 °C, en contraposición con el año 2014 donde se refleja claramente la temporada invernal acercándose a 0 °C.

En general, las precipitaciones en zonas de transición esteparia son bajas, aun así, en situaciones donde ñirre se desarrolla en mallines, con presencia de un *hardpan* de fierrillo en el suelo, se generan condiciones restringidas de drenaje y acumulación de agua (producto del derretimiento de nieve en las cumbres de montañas), lo que sumado a las bajas temperaturas y fuerza del viento convierte a estos ambientes en lugares inhóspitos para el desarrollo de masas boscosas. Sin embargo, la plasticidad de ñirre permite su adaptación y desarrollo en este tipo

de condiciones ambientales, en las cuales otras especies del género *Nothofagus* no prosperarían.



(Fuente: Estación Meteorológica Vista Hermosa <http://agromet.inia.cl>)

Figura N° 16
TEMPERATURA DEL SUELO (10 cm) Y RADIACIÓN SOLAR DURANTE
TEMPORADAS 2014 A 2016

En los Cuadros N° 8 y N° 9 se entrega la caracterización de la fertilidad de los sitios para Balmaceda y Galera Chico.

Los niveles de nitrógeno disponible en Balmaceda son elevados. Los niveles de fósforo (Olsen) son medios a bajos en el sector, probablemente asociados a las características hidromórficas del suelo. Los valores de potasio disponible en general no son limitantes y más bien elevados. El suelo presenta niveles altos de bases de intercambio (Ca, Mg, K, Na) y una baja saturación de aluminio. A pesar de esto, los suelos analizados son de moderadamente a fuertemente ácidos, por lo que presentan una acidez potencial alta que eventualmente puede limitar el crecimiento vegetal.

En Galera Chico los niveles de nitrógeno adecuados, el fósforo disponible es superior a Balmaceda, no siendo limitante y ayudando a la formación radicular del bosque. Los niveles de azufre son inferiores al sitio de mallín de Balmaceda y los valores de pH están en el rango de ligeramente ácido y son característicos de esta zona en suelos andisoles sin napa freática superficial, como en el caso anterior.

Según IREN (1979) la asociación Balmaceda abarca una superficie de 3.250 ha, superficie que se ubica al norte de aeropuerto internacional y hasta el río Simpson, y por el Este a la altura del río Oscuro.

Su posición fisiográfica corresponde a un plano de inundación, con relieve plano o casi plano y ligeros a fuertes micro relieves producidos por la erosión eólica.

El drenaje es pobre a muy pobre, encontrándose áreas de drenaje muy restringido. Los suelos se han desarrollado a partir de sedimentos finos de origen fluviolacustres y lacustres que han formados perfiles estratificados.

Cuadro N° 8
FERTILIDAD INICIAL DE SUELOS EN MICRO Y MACROELEMENTOS
ÑIRRANTAL BALMACEDA, CONDICIÓN DE MALLÍN

Elementos	Unidad	Tratamientos		
		Testigo Forestal	Silvopastoral	Pradera Natural
N	mg/kg	185,00	115,00	85,00
P	mg/kg	10,60	9,00	14,40
K	mg/kg	325,50	262,10	386,50
S	mg/kg	3,92	6,82	1,74
pH	-	5,53	5,09	5,33
M.O.	%	16,70	16,60	12,20
Ca	cmol(+)/kg	17,37	11,38	11,96
Mg	cmol(+)/kg	6,45	4,46	3,95
K	cmol(+)/kg	0,74	0,61	0,93
Na	cmol(+)/kg	0,53	0,60	0,16
Al	cmol(+)/kg	0,06	0,24	0,09
CICE	-	25,15	17,29	17,10
Sat. Al	%	0,24	1,41	0,54
B	Ppm	1,01	0,81	0,96

Cuadro N° 9
FERTILIDAD INICIAL DE SUELOS EN MICRO Y MACROELEMENTOS
ÑIRRANTAL GALERA CHICO, CONDICIÓN SECA

Elementos	Unidad	Tratamientos		
		Testigo Forestal	Silvopastoral	Pradera Natural
N	mg/kg	32,00	26,00	57,00
P	mg/kg	36,10	39,30	18,30
K	mg/kg	446,20	373,70	523,10
S	mg/kg	4,54	4,26	2,92
pH	-	6,26	6,38	6,10
M.O.	%	22,90	20,00	23,30
Ca	cmol(+)/kg	16,26	15,89	14,49
Mg	cmol(+)/kg	4,03	3,65	3,82
K	cmol(+)/kg	1,13	0,95	1,40
Na	cmol(+)/kg	0,01	0,05	0,04
Al	cmol(+)/kg	0,03	0,02	0,03
CICE	-	21,48	20,56	19,79
Sat. Al	%	0,13	0,11	0,15
B	Ppm	1,20	0,80	1,01

Son suelos profundos, con moderada agregación en superficie y escaso desarrollo genético del perfil. Sus texturas se van haciendo finas en profundidad y el color dominante gris, evidencia los problemas de drenaje del área.

Los suelos de esta asociación se han clasificado la mayor parte en Clase VI de capacidad de Uso y Sub-clase "w". no obstante su condición de humedad, se encuentra severamente afectada por erosión eólica.

5.2.2. Bosque

5.2.2.1. Caracterización de la Estructura Forestal y Raleos

Definidos y marcados en terreno los límites de los tratamientos correspondientes a Testigo Forestal y Silvopastoral (que posteriormente fue raleado), se realizó la caracterización de la estructura forestal del bosque de ñirre, a partir de 10 parcelas circulares de 100 m² distribuidas al azar en una superficie que no superó las 2 ha por tratamiento.

Este muestreo intenso, permitió tener una primera visión estructural del bosque en ambas condiciones de sitio y tener los elementos para la elaboración del plan de manejo forestal que fue presentado a CONAF.

Para ambas condiciones de sitio (mallín y seco) el muestreo de inventario se realizó antes y después del raleo en el mismo punto de muestreo, con esto se logró obtener la cuantificación de los volúmenes extraídos en ambos predios.

Los raleos fueron de diferente intensidad. En el raleo correspondiente al sitio Galera Chico (condición seco) se removió un 45% del área basal original, cosechando un total de 99 m³/ha. Mientras que en el raleo del sitio Balmaceda el área basal (AB) removida representó el 37% de AB original, cosechándose un total de 85,9 m³/ha (Cuadro N° 10). Se definieron los también los costos de estas intervenciones (Apéndice N° 4)

El raleo permitió un incremento de un 15% y 30% en el DMC para los sitios Galera Chico y Balmaceda, respectivamente (Figura N° 17).

Cuadro N° 10
PROMEDIOS Y DESVÍOS DE LAS PRINCIPALES VARIABLES DE LA ESTRUCTURA
ANTES Y DESPUÉS DE RALEO PARA LOS SITIOS DE GALERA CHICO Y BALMACEDA

Lugar		N (árb/ha)	AB (m ² /ha)	DCM (cm)	HD (m)	VTCC (m ³ /ha)
Galera Chico	Antes	3.600±696	42,0±5,3	12,4±1,9	10,0±1,5	226,4±47,4
	Después	1.488±325	23,2±4,1	14,2±2,3	9,9±1,0	127,3±28,5
Balmaceda	Antes	5.566±988	47,0±6,4	10,5±1,4	9,5±1,0	243,8±45,7
	Después	2.177±429	29,6±5,3	13,6±1,8	10,0±0,9	158,0±26,1

N: Densidad
AB: Área basal
DCM: Diámetro cuadrático medio
HD: Altura dominante
VTCC: Volumen total con corteza

El raleo realizado fue por lo bajo, para aplicarlo se observó la posición relativa de las copas de los árboles individuales, eligiendo para extraer individuos de las posiciones

subordinadas (clases de copa inferiores). Esta forma de corta es la más común y se basa en la extracción de árboles más pequeños y con menos diámetro.

Los cambios en las distintas variables después del raleo se presentan en la Figura N° 17. Después de la intervención se redujo la densidad un 58 y 60% en los sitios Galera Chico y Balmaceda, respectivamente, intervención que ocasionó una reducción en el volumen de un 43 y 35%, respectivamente, y un aumento del diámetro medio cuadrático de 15 y 30%, respectivamente.

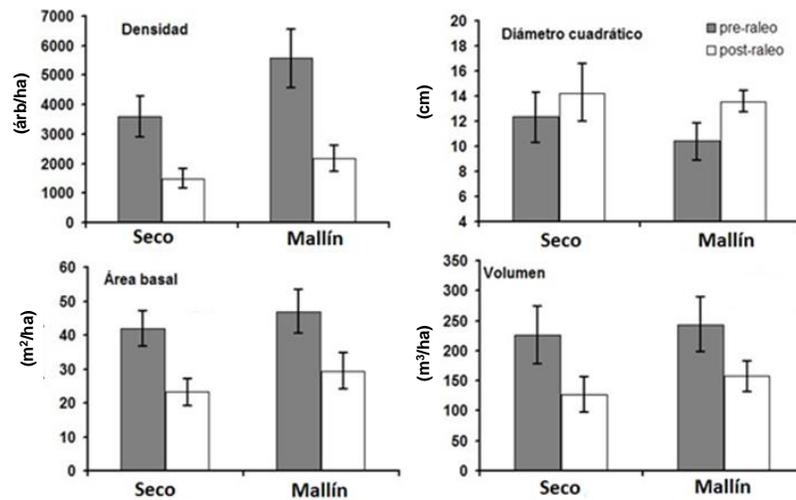


Figura N° 17
CAMBIOS EN LAS VARIABLES LUEGO DE LA INTERVENCIÓN
BALMACEDA (MALLÍN) Y GALERA CHICO (SECO)

La altura dominante (HD) se calculó a partir del promedio de los tres individuos más altos de cada parcela.

Para estimar el volumen total con corteza se utilizó la ecuación estándar no tradicional que predice el volumen a partir del diámetro normal a 1,30 m (DAP) y la calidad de sitio.

$$VTCC = a \cdot (6 - S)^b \cdot DAP^{c \cdot (6 - S)^d}$$

Donde:

a, b, c, d: Coeficientes del modelo
 VTCC: Volumen total con corteza (m³)
 DAP: Diámetro normal a 1,30 m (cm)
 S: Clase de sitio (de I a V incorporándose en la ecuación como números arábigos)

a: 0,000060671; b: 1,08673; c: 2,50975; d: -0,101867.

La edad media del rodal del sector Galera Chico se determinó a través de la corta de rodela a diferentes alturas, posteriormente se procedió a cuantificar los anillos de crecimiento de árboles cuyos diámetros se centraron entre 9 y 32 cm. Con este análisis se determinó la edad del rodal, que fluctúa entre 32 y 77 años con un promedio de 50 años.

Cuadro N° 11
CARACTERIZACIÓN DEL MUESTREO DE ÑIRRE Y DETERMINACIÓN
DE LA EDAD MEDIA DEL SITIO GALERA CHICO

	DAP (cm)	H _{tot} (m)	Edad (años)
Media	18,29	9,44	50
min	9,20	5,75	32
max	32,50	12,80	77
S_y²	42,62	3,68	
S_y	6,53	1,92	
S_y%	0,36	0,20	

5.2.2.2. Crecimiento del Rodal

En cada tratamiento con bosque de ñirre se realiza anualmente un seguimiento de la respuesta al raleo, comparación las situaciones originales y de los bosques con intervención silvícola. Esta evaluación se realiza sobre 3 parcelas permanentes circulares de 200 m² (radio= 7,98 m) que fueron establecidas en cada tratamiento de ambas condiciones de sitio.

Cada árbol de la parcela fue identificado, numerado y marcado a la altura del DAP (1,3 m). Para el levantamiento de la información dasométrica, de cada árbol se midieron las variables:

- Altura total y de comienzo de copa
- DAP
- Sanidad (buena, mala, regular)
- Forma (buena, mala, regular)
- Clases de copa (dominantes, codominantes, intermedios y suprimidos)
- Espesor de corteza
- Regeneración natural a través de 4 sub parcelas de 1m² distribuidas en los sentidos cardinales (N, S, E, O).

La densidad del Testigo Forestal *en Galera Chico* fue de 6.717 árb/ha, una densidad común de encontrar en renovales de ñirre de mediana edad como este.

Existe una tasa de mortalidad natural del ñirre producto de la competencia entre ejemplares y esta es en un año de evaluación de 84 árb/ha para el bosque sin intervención comparado con el bosque raleado donde no se observó muerte natural.

Cuadro N° 12
MEDIAS Y DESVÍOS DE LAS VARIABLES DE ESTRUCTURA FORESTAL
EN LAS PARCELAS PERMANENTES DE GALERA CHICO

Tratamiento	Año	N (árb/ha)	DCM (cm)	HD (m)	AB (m ² /ha)	VTCC (m ³ /ha)
Testigo Forestal	2015	6.717±1415	9,4±0,9	9,8±0,6	45,9±4,6	231,4±37,6
	2016	6.633±1407	9,5±0,8	10,1±0,7	46,6±4,9	235,5±36,4
Silvopastoral	2015	1.483±153	13,1±0,7	9,6±1,5	20,3±4,3	104,3±32,5
	2016	1.483±144	13,7±1,0	10,2±1,2	22,1±5,4	115,2±39,9

N: Densidad
 AB: Área basal
 DCM: Diámetro cuadrático medio
 HD: Altura dominante
 VTCC: Volumen total con corteza

Cuadro N° 13
INCREMENTO EN DIÁMETRO, ÁREA BASAL Y VOLUMEN POR TRATAMIENTO 2015 - 2016
GALERA CHICO

Tratamiento	IncDCM (cm)	IncAB (m ² /ha)	IncVTTC (m ³ /ha)
Testigo Forestal	0,13±0,1	0,74±0,8	4,12±3,8
Silvopastoral	0,57±0,3	1,87±1,1	10,88±7,4

Las parcelas de sitio Galera Chico mostraron una fuerte respuesta al raleo. El incremento en diámetro cuadrático medio fue 438% superior al testigo, mientras que el incremento en AB y en VTCC fue 253% y 264% mayor, respectivamente.

En el Cuadro N° 14 se presenta la participación porcentual de los tratamientos por estado de desarrollo en relación al diámetro medio cuadrático (DMC).

La clasificación es usada para otros Tipos Forestales que difieren de los bosques de ñirre (Ej. Lengua). Se hace necesario así crear una clasificación individual para este tipo de bosques, que responda no solo a la variables dasométricas sino que incorpore otras variables del sitio.

La posición sociológica de las copas se presenta en la Figura N° 18, donde es posible diferenciar gráficamente cada clase de copas y orientar la intervención silvícola futura.

Las parcela intervenidas (Silvopastoral) poseen una menor proporción de individuos suprimidos no superando el 7% de participación, hecho contrario ocurre en el tratamiento con cobertura completa donde se aprecia una mayor proporción de individuos suprimidos, 15%.

Existe una alta proporción de la clase social Intermedia en ambos tratamientos, cercana al 60%, y una menor proporción de árboles dominantes, cercana a 1/3 del total.

Cuadro N° 14
CLASIFICACIÓN DEL ESTADO DE DESARROLLO A TRAVÉS DE LA PARTICIPACIÓN
PORCENTUAL DEL DMC EN CADA TRATAMIENTO EN GALERA CHICO

Estado de Desarrollo		Rango DMC (cm)		Testigo Forestal		Silvopastoral	
				2015	2016	2015	2016
				(%)			
Repoblado				-	-	-	-
Brinzal	Bajo			-	-	-	-
	Alto		≤ 10	100	66,7	-	-
Latizal	Bajo	> 10	≤ 20		33,3	100	100
	Alto	> 20	≤ 30	-	-	-	-
Fustal	Joven	> 30	≤ 50	-	-	-	-
	Fustal	> 50	≤ 70	-	-	-	-
Sobremaduro		> 70		-	-	-	-

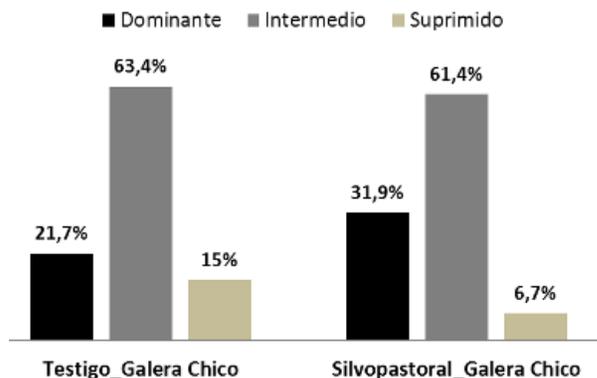


Figura N° 18
PARTICIPACIÓN DE LA POSICIÓN RELATIVA DE LAS COPAS
EN CADA TRATAMIENTO GALERA CHICO

En Balmaceda en tanto, la densidad del tratamiento Testigo Forestal es mayor, 8.783 árb/ha, no se aprecia mortalidad en este tratamiento para el período de dos años, pero en el tratamiento Silvopastoral se registra una mortalidad de 33 árb/ha la cual muy probablemente es debida a la mayor densidad inicial y residual en este sitio, y a fuertes vientos registrados en primavera.

Cuadro N° 15
PROMEDIOS Y DESVÍOS DE LAS VARIABLES DE ESTRUCTURA FORESTAL DE LAS PARCELAS
PERMANENTES DE BALMACEDA

Tratamiento	Año	N (árb/ha)	DCM (cm)	HD (m)	AB (m ² /ha)	VTCC (m ³ /ha)
Testigo Forestal	2015	8.783±2.206	8,8±1,0	8,8±0,7	51,5±2,7	258,8±54,4
	2016	8.783±2.206	8,5±0,8	9,2±0,6	48,9±3,3	245,5±58,9
Silvopastoral	2014	2.350±606	12,2±1,2	9,7±0,9	26,8±3,8	133,7±16,9
	2015	2.317±562	12,4±1,2	9,5±0,8	27,3±3,6	136,6±16,2
	2016	2.317±562	12,7±1,2	9,9±0,7	28,7±3,6	144,2±16,5

N: Densidad

AB: Área basal

DCM: Diámetro cuadrático medio

HD: Altura dominante

VTCC: Volumen total con corteza

Cuadro N° 16
INCREMENTO EN DIÁMETRO, ÁREA BASAL Y VOLUMEN POR TRATAMIENTO 2014 - 2016
BALMACEDA

Tratamiento	IncDCM		IncAB		IncVTTC	
	2014-2015	2015-2016	2014-2015	2015-2016	2014-2015	2015-2016
	(cm/año)		(m ² /ha/año)		(m ³ /ha/año)	
Testigo Forestal	0,05±0,04	0,15±0,01	0,60±0,6	1,60±0,2	3,10±2,9	8,00±0,9
Silvopastoral	0,20±0,1	0,30±0,05	0,50±0,2	1,40±0,05	3,00±1,0	7,50±0,4

Pasadas dos temporadas de evaluación, en el tratamiento Testigo Forestal se observaron incrementos de 0,05 y 0,15 cm/año para las temporadas 2014-2015 y 2015-2016, respectivamente, en tanto que para el tratamiento Silvopastoral estos incrementos son 400 y 200% mayores, lo que muestra una positiva respuesta al raleo.

En el Cuadro N° 17 se presenta la participación porcentual de los tratamientos por estado de desarrollo en relación al DMC. En esta clasificación el bosque de ñirre sin intervención y el con intervención fueron clasificados en un 100% como brinzal alto y latizal bajo, respectivamente.

Cuadro N° 17
CLASIFICACIÓN DEL ESTADO DE DESARROLLO A TRAVÉS DE LA PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DEL DMC EN CADA TRATAMIENTO EN BALMACEDA

Estado de Desarrollo		Rango DMC		Participación por Tratamiento					
				Testigo Forestal		Silvopastoral			
				2015	2016	2014	2015	2016	
		(cm)		(%)					
Repoblado									
Brinzal	Bajo								
	Alto		≤ 10	100	100				
Latizal	Bajo	> 10	≤ 20			100	100	100	
	Alto	> 20	≤ 30						
Fustal	Joven	> 30	≤ 50						
	Fustal	> 50	≤ 70						
Sobremaduro		> 70							

La clasificación social de la copa fue caracterizada a través de observación visual del evaluador. En la Figura N° 19 es posible diferenciar gráficamente la proporción de clase de copa por tratamiento.

Para el caso del tratamiento Silvopastoral se aprecia una mayor proporción de individuos suprimidos no superando el 8% en comparación con el tratamiento testigo Forestal que muestra alrededor de 14% de árboles suprimidos. Se repite la alta proporción (2/3 del total) de árboles en la clase intermedia y solo cerca de un 20% de dominantes.

En ambas condiciones de sitio, Balmaceda y Galera Bajo, el bosque presenta una estructura regular tipo monte medio, donde domina la presencia de cepas de 3 a 8 pies y en menor proporción individuos de monte alto.

La estrategia de intervención correspondió a un raleo de selección positiva, la que permitió un incremento del DMC sin alterar el estado de desarrollo de latizal bajo.

La condición de bosque Testigo Forestal en el sitio Balmaceda presentó mayor densidad que en el sitio Galera Chico, pero la tasa de mortalidad fue nula.

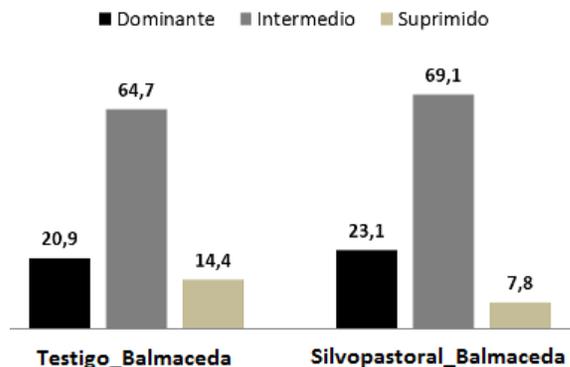


Figura N° 19
PARTICIPACIÓN DE LA POSICIÓN RELATIVA DE LAS COPAS
EN CADA TRATAMIENTO BALMACEDA

La cobertura del dosel en los tratamientos y sitios se estimó mediante el empleo y análisis de fotografías hemisféricas en las parcelas permanentes P1, P2 y P3 en orientaciones Norte-Sur y Este-Oeste.

La cobertura boscosa antes de la intervención fue de 72,5% en el ñirrantal en condición seca en Galera Chico y 71,4% en la condición de mallín en Balmaceda (Cuadro N° 18).

Posterior al raleo estos parámetros cambiaron moderadamente a 46,2% y 46,9%, respectivamente.

Cuadro N° 18
COBERTURA DEL DOSEL SEGÚN TRATAMIENTO
GALERA CHICO Y BALMACEDA

Sitio	Tratamiento	Cobertura del dosel						Media
		N - S			E - O			(± D. est.)
		P1	P2	P3	P1	P2	P3	
		(%)						
Balmaceda (Mallín)	Testigo forestal	69,49	70,24	69,30	71,30	74,22	74,13	71,4 ± 2,2
	Silvopastoral	46,60	47,71	48,57	45,75	46,45	46,40	46,9 ± 1,0
Galera Chico (Seco)	Testigo forestal	72,76	72,55	71,10	74,45	73,25	70,59	72,5 ± 1,4
	Silvopastoral	49,50	45,04	44,90	46,20	44,90	46,61	46,2 ± 1,8

Las variaciones en los regímenes lumínicos al interior del bosque provocan cambios en la composición de las especies de los estratos inferiores, el sotobosque y el estrato herbáceo, a través del tiempo.

Poder cuantificar estas variaciones es importante para entender las interrelaciones que ocurren bajo el bosque, situación que se resuelve también con la utilización de las fotografías hemisféricas (Cuadro N° 19, Figuras N° 20 y N°21).

Cuadro N° 19
PARÁMETROS LUMÍNICOS BOSQUE SEGÚN TRATAMIENTO
GALERA CHICO Y BALMACEDA

Sitio	Parcelas	Tratamiento	VisSky	ISF	ISFU	DSF	DSFU	GSF	
Balmaceda, Sitio Mallín	1	Silvopastoral	0,402	0,549	0,402	0,493	0,452	0,529	
	2		0,467	0,634	0,467	0,684	0,642	0,652	
	3		0,479	0,649	0,479	0,692	0,646	0,665	
			Media	0,4493	0,611	0,449	0,623	0,580	0,615
			min	0,402	0,549	0,402	0,493	0,452	0,529
			max	0,479	0,649	0,479	0,692	0,646	0,665
			Desv. Standard (S)	0,041	0,054	0,041	0,113	0,111	0,075
			Varianza	0,002	0,003	0,002	0,013	0,012	0,006
		1	Testigo Forestal	0,206	0,308	0,206	0,400	0,344	0,341
		2		0,224	0,340	0,224	0,361	0,313	0,347
	3	0,214		0,325	0,214	0,272	0,235	0,306	
			Media	0,215	0,324	0,215	0,344	0,297	0,331
			min	0,206	0,308	0,206	0,272	0,235	0,306
			max	0,224	0,340	0,224	0,400	0,344	0,347
			Desv. Standard (S)	0,009	0,016	0,009	0,066	0,056	0,022
			Varianza	0,0001	0,0003	0,0001	0,0043	0,0032	0,0005
Galera Chico, Sitio Seco	1	Silvopastoral	0,548	0,714	0,548	0,786	0,744	0,740	
	2		0,478	0,627	0,478	0,595	0,566	0,615	
	3		0,478	0,643	0,478	0,683	0,632	0,658	
			Media	0,501	0,661	0,501	0,688	0,647	0,671
			min	0,478	0,627	0,478	0,595	0,566	0,615
			max	0,548	0,714	0,548	0,786	0,744	0,740
			Desv. Standard (S)	0,040	0,046	0,040	0,096	0,090	0,064
			Varianza	0,0016	0,0021	0,0016	0,0091	0,0081	0,0040
		1	Testigo Forestal	0,222	0,331	0,222	0,351	0,298	0,338
		2		0,236	0,353	0,236	0,316	0,271	0,340
	3	0,243		0,364	0,243	0,341	0,289	0,356	
			Media	0,234	0,349	0,234	0,336	0,286	0,345
			min	0,222	0,331	0,222	0,316	0,271	0,338
			max	0,243	0,364	0,243	0,351	0,298	0,356
			Desv. Standard (S)	0,011	0,017	0,011	0,018	0,014	0,010
			Varianza	0,0001	0,0003	0,0001	0,0003	0,0002	0,0001

VisSky : Proporción de los pixeles de la bóveda de cielo que se encuentra con cielo visible (0 todo oscuro y 1 todo abierto)

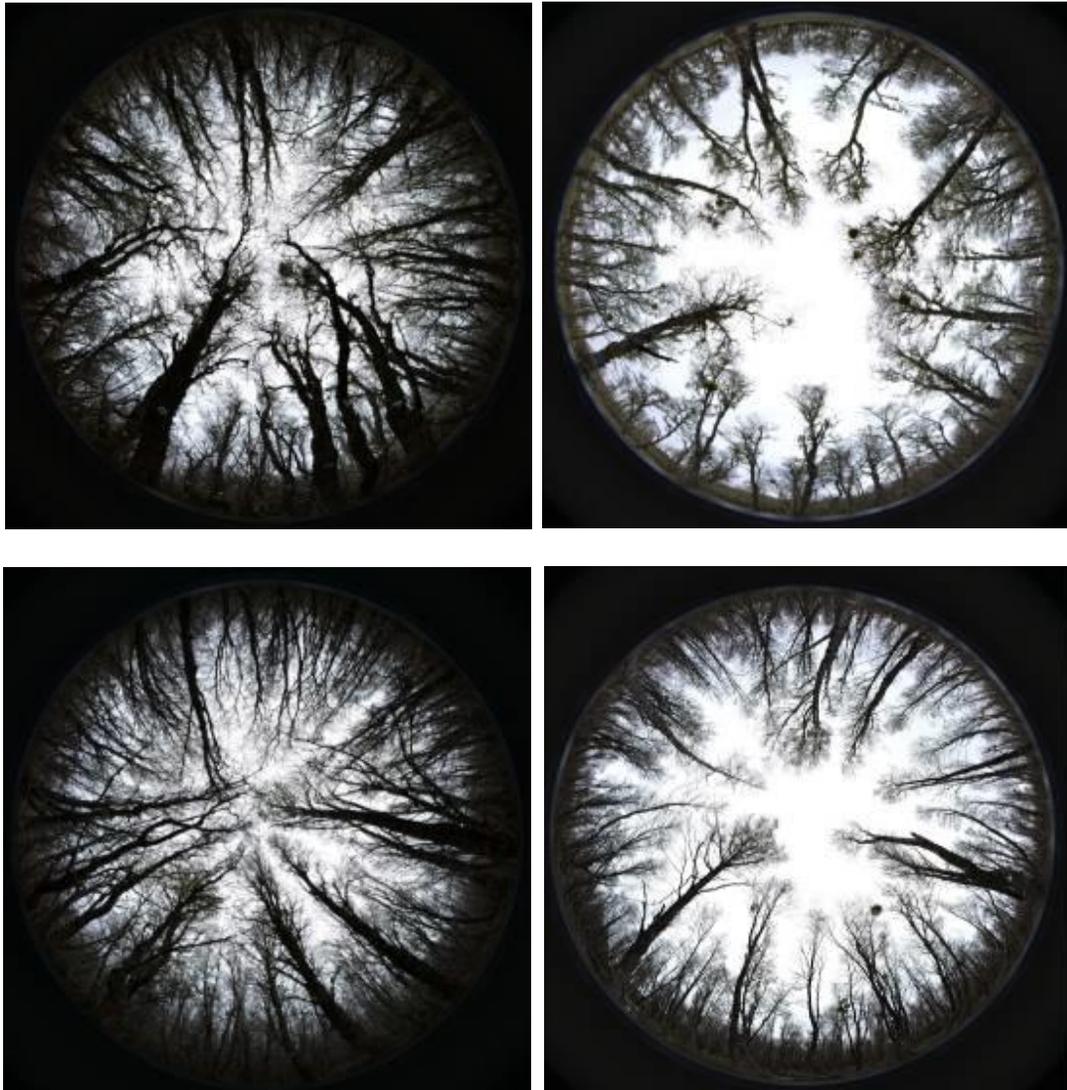
ISF : Proporción de radiación solar difusa

ISFU : Proporción de radiación solar difusa sin corrección de coseno

DSF : Proporción de radiación solar directa

DSFU : Proporción de radiación solar directa sin corrección de coseno

GSF : Proporción de radiación solar global



Superior: Galera Chico
Izquierda: Testigo Forestal

Inferior: Balmaceda
Derecha: Silvopastoral

Figura N° 20
FOTOGRAFÍAS HEMISFÉRICAS ANTES Y DESPUÉS DE RALEO SEGÚN TRATAMIENTO
GALERA CHICO Y BALMACEDA

Respecto de la situación lumínica, el bosque de ñirre en Galera Chico presentó una cobertura de copa de 72,5% y una transmisividad de 27,5% antes de la intervención, posterior al raleo los parámetros cambiaron moderadamente a 46,2% de cobertura de copa y 53,8% de transmisividad, respectivamente.

La cobertura de copa del sitio de Balmaceda en tanto varió de un 71,4% a un 46,9% posterior al raleo.

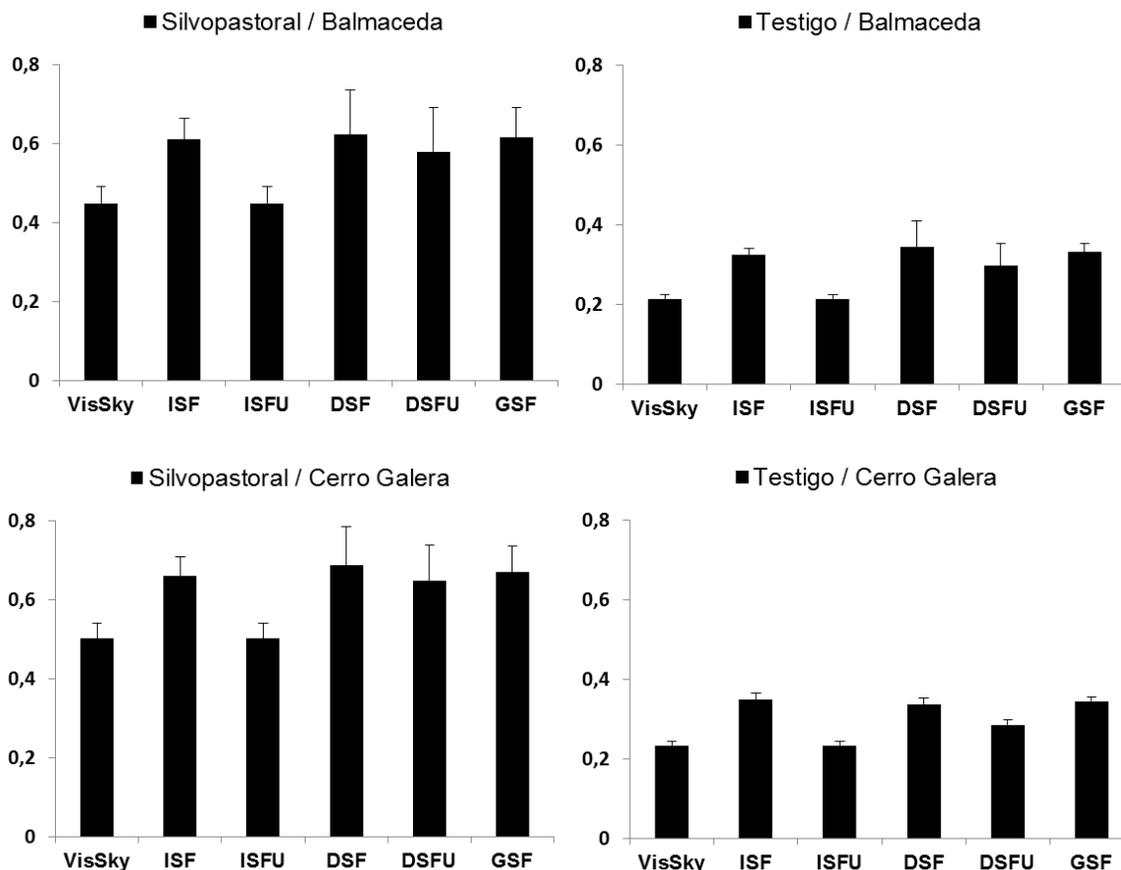


Figura N° 21
PARÁMETROS LUMÍNICOS BOSQUE SEGÚN TRATAMIENTO
GALERA CHICO Y BALMACEDA

Los valores de cielo visible para los tratamientos Testigo Forestal fueron de 21,5% y 23,4% para los sitios Balmaceda y Galera Chico, respectivamente. Estos valores indican que el dosel arbóreo detiene un 78,5% y 76,6% de la luz que ingresa al bosque, respectivamente.

Para los tratamientos silvopastorales en tanto, estos valores de cielo visible fueron de 44,9% y 50,1% para los sitios Balmaceda y Galera Chico, respectivamente. La radiación solar difusa (ISF) que llega al bosque raleado es de 61% y 66% para los sitios Balmaceda y Galera Chico, respectivamente. En el caso de los Testigos Forestales se registró una radiación solar difusa cercana al 30% en ambas condiciones. Esto indica que sobre los Tratamientos Silvopastorales llega cerca del doble de radiación solar.

5.2.2.3. Regeneración del Bosque

Como se indicó anteriormente, asegurar la sustentabilidad del bosque a largo plazo es condición para la práctica silvopastoral (Peri *et al.*, 2009) y para esto es indispensable su regeneración, la cual se puede producir en forma natural por semillas o por rebrotes de tocones de árboles caídos o raleados, o se la puede asistir mediante plantaciones suplementarias con plantas producidas en viveros a partir de semillas o de arraigamiento de estaquillas obtenidas del bosque. Sin embargo, todas estas formas de regeneración en sistemas silvopastorales requieren de medidas para asegurar el establecimiento de las plantas o los rebrotes en presencia de ganado.

En los puntos siguientes se entregan los resultados obtenidos en los ensayos y estudios relacionados con el tema, tanto en lo referente a propagación por semillas, natural o asistida, como a propagación vegetativa natural, originada en los rebrotes de tocones, o asistida por uso de plantas de arraigamiento de estaquillas.

- Análisis de Semillas

En el Cuadro N° 20 se muestran los resultados del análisis físico de las semillas.

Cuadro N° 20
PARÁMETROS FÍSICOS DE SEMILLAS PROCEDENTES DE BALMACEDA Y GALERA CHICO

Sitio (año evaluación)	Pureza (%)	Número Semillas (N°/kg)	Peso de 1000 Semillas (g)	Tamaño Semillas		
				Largo (mm)	Ancho (mm)	Largo/Ancho
Balmaceda						
2014	95,8	784.450	1,27	3,10 ± 0,4	3,30 ± 0,5	0,94
2015	98,8	972.000	1,45	2,87 ± 0,3	2,91 ± 0,4	0,99
2016	98,5	1.368.000	0,76	-	-	-
Galera Chico						
2015	98,6	718.000	1,63	2,44 ± 0,2	2,41 ± 0,4	0,99
2016	99,2	1.322.000	0,73	3,80 ± 0,4	3,70 ± 0,5	1,03

El peso de 1.000 semillas procedentes del ñirral en condición de mallín de Balmaceda osciló para tres temporadas evaluadas entre 0,76 y 1,45 g, en tanto que el número de semillas varió entre 784.450 y 1.368.000 sem/kg. Para el ñirral en condición seca de Galera Chico estos valores oscilaron entre 0,73 y 1,63 g para 1.000 semillas y entre 718.000 y 1.322.000 sem/kg para dos temporadas de evaluación. Valores similares reporta Bahamonde *et al.* (2013), quien evaluó el peso de 1.000 semillas de ñirre en diferentes clases de sitio en la Patagonia argentina, encontrando valores en el rango 1,1 y 1,6 g. En la temporada 2016 en Balmaceda y Galera Chico se encuentran valores menores, de 0,73 a 0,76 g y, consecuentemente, un alto número de semillas por kilogramo lo cual probablemente significará una menor capacidad germinativa.

Posteriormente, para cada año de recolección las semillas de Balmaceda y Galera chico fueron sometidas a análisis de germinación bajo condiciones controladas. En el Cuadro N° 21 se entregan los resultados obtenidos para los parámetros germinativos y en las Figuras N° 22 y N° 23 se muestran las curvas de germinación par el año 2014 en Balmaceda y el año 2015 en Galera Chico.

Los parámetros germinativos en Balmaceda muestran que la capacidad germinativa fue directamente proporcional al tiempo de estratificación (considerando un máximo de 45 días de estratificación) en ambos periodos de evaluación. En general, ñirre muestra una baja capacidad de germinación, alcanzando un máximo de 28% (T3= estratificación de 45 días temporada 2014). Similares resultados reporta Premoli (1991), quien observó que la respuesta en germinación fue muy baja,

Diversos autores atribuyen la baja capacidad germinativa a diferentes factores, como daños por insectos, en particular del Orden *Lepidoptera* (Gentili y Gentili, 1988); generación de tumores por ataque de bacterias, hongos y/o virus (Braun, 1969), o desarrollo partenocárpico de las semillas por tratarse probablemente de un año de escasa floración (Poole, 1950). En la evaluación de la temporada 2015 se obtuvo una capacidad germinativa máxima de 12% en 30 días de estratificación (T2), para el ñirral de Balmaceda, y un 19,3% para el de Galera Chico, bajo el mismo tratamiento.

Cuadro N° 21
PARÁMETROS DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE BALMACEDA Y GALERA CHICO

Sitio	Tratamiento	Capacidad Germinativa (%)			Energía Germinativa (%)			Periodo de Energía (%)		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Balmaceda	T1	14,5	2,7	0,0	12,5	2,7	0,0	12	18	0,0
	T2	16,0	12,0	0,0	14,0	9,3	0,0	13	8	0,0
	T3	28,0	s.i.	0,0	21,5	s.i.	0,0	12	s.i.	0,0
	T4	s.i.	2,0	0,0	s.i.	1,3	0,0	s.i.	7	0,0
	T5	s.i.	s.i.	0,0	s.i.	s.i.	0,0	s.i.	s.i.	0,0
Galera Chico	T1	s.i.	16,7	0,0	s.i.	13,3	0,0	s.i.	11	0,0
	T2	s.i.	19,3	0,0	s.i.	14,7	0,0	s.i.	8	0,0
	T3	s.i.	s.i.	0,0	s.i.	s.i.	0,0	s.i.	s.i.	0,0
	T4	s.i.	6,7	0,0	s.i.	4,7	0,0	s.i.	8	0,0
	T5	s.i.	s.i.	0,0	s.i.	s.i.	0,0	s.i.	s.i.	0,0

Tratamiento estratificación fría: T1: 0 días; T2: 30 días; T3: 45 días; T4: 60 días y T5: Ácido Giberélico (200ppm por 24 horas). s.i.= Sin información.

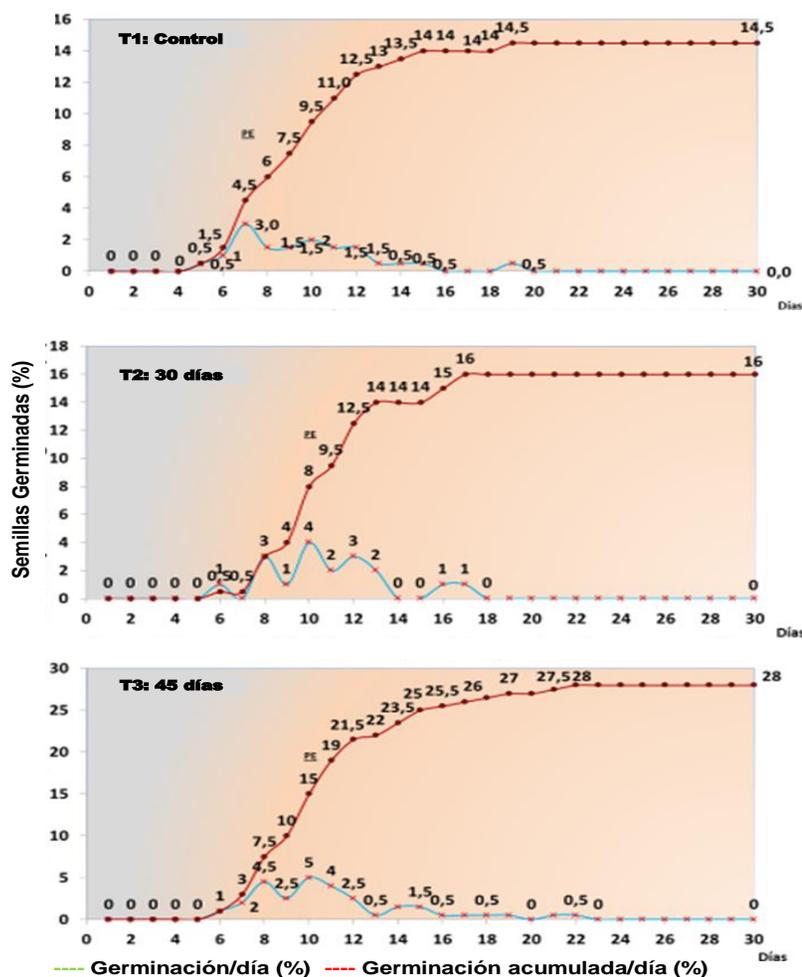


Figura N° 22
GERMINACIÓN ACUMULADA Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS PROCEDENTE DE BALMACEDA SEGÚN TRATAMIENTOS EN LA TEMPORADA 2014

En todos los tratamientos evaluados entre los días 5 y 7 se observa actividad germinativa, la que se incrementa levemente hasta llegar a su máximo en el día 30, que coincide con el límite de evaluación.

Para la semilla procedente de la condición de mallín, Balmaceda, se presentaron máximos de capacidad germinativa de 14,5%, 16,0% y 28,0% para los tratamientos T0, T1 y T3, respectivamente (Figura N° 23). La mayor proporción (28%) de las semillas se activaron bajo e tratamiento T3 (45 días estratificación) en la temporada 2014 y este valor es el más alto encontrado para la especie en el territorio nacional.

Los parámetros germinativos en la temporada 2015 (Figura N° 23) son bajos, presentando los mejores resultados al estratificar por 30 días, donde se obtuvo una capacidad germinativa de 19,3% y 12% para la semilla de Galera Chico y Balmaceda, respectivamente.

El tratamiento control (sin estratificación en frío) en ambos sitios superó a la estratificación de 60 días.

Los valores más aceptables en cuanto a porcentaje de germinación se obtienen a 30 y 45 días de estratificación en frío.

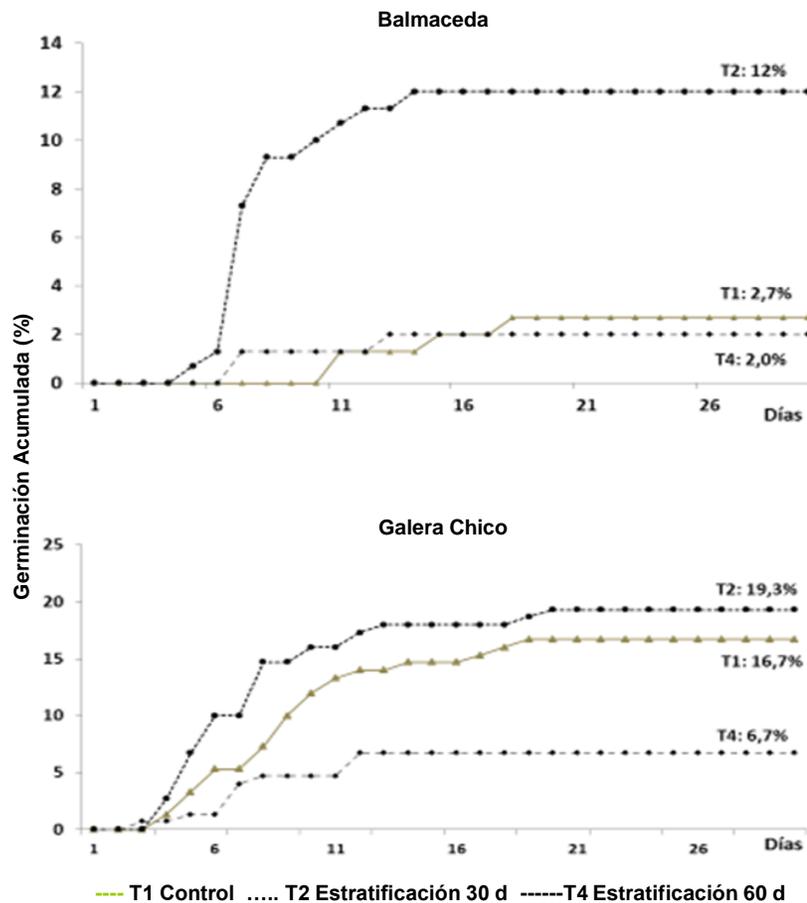


Figura N° 23
CURVAS DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS TEMPORADA 2015
PROCEDENTES DE BALMACEDA Y GALERA CHICO

- Producción de Plantas

Las semillas procedentes de Balmaceda y Galera Chico fueron sembradas en almácigueras al interior de un invernadero en la sede Patagonia de INFOR en Coyhaique.

Transcurridas dos temporadas de crecimiento 180 plantas de cada procedencia fueron evaluadas con el fin de caracterizar sus parámetros de crecimiento (Cuadro N° 22).

Cuadro N° 22
PARÁMETROS DE CRECIMIENTO DE PLANTAS

Estadísticos	Galera Chico		Balmaceda	
	DAC (mm)	Htot (cm)	DAC (mm)	Htot (cm)
Media (μ)	3,40	14,36	3,44	15,10
Desviación Estándar (S)	0,85	5,08	0,63	5,00
Máximo	13,70	36,40	6,20	36,00
Mínimo	1,20	1,90	1,80	3,00

DAC= Diámetro a la altura del cuello (mm).

Htot= Altura total (cm).



Figura N° 24
MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO DE PLANTAS

Los diámetros de cuello de las plantas no presentaron diferencias, se encontraron promedios sobre 3 mm, con máximos de 13,7 y 6,2 mm para las Galera Chico y Balmaceda, respectivamente.

El promedio de las alturas de las plantas evaluadas fue mayor para Balmaceda (15,10 cm) en comparación con Galera Chico la condición seca (14,36 cm), llegando a máximos similares de 36 cm de altura después de dos temporadas.

- Parámetros Morfológicos de la Hoja

Para determinar los parámetros morfológicos de las hojas se tomó una muestra de 100 hojas en el bosque Balmaceda e igual cantidad en Galera Chico, que se llevaron de inmediato al laboratorio para su análisis, e iguales cantidades fueron obtenidas de plantas del vivero, de uno y otro origen con el mismo fin.

Las hojas fueron pesadas con una balanza analítica (0,0001 g) y secadas en una estufa a 50 °C para determinar su contenido en materia seca. Los parámetros controlados fueron longitud de la hoja, medido desde el extremo del pecíolo al extremo del limbo; el ancho de la hoja, medido en la zona más ancha; la relación largo/ancho; el peso fresco de 100 hojas y su materia seca, determinada tras tener las hojas en una estufa a 50 °C hasta alcanzar un peso constante, expresado en porcentaje de peso seco respecto a peso fresco de la hoja entera.

Cuadro N° 23
PARÁMETROS MORFOLÓGICOS DE HOJAS

Material	Origen	L	A	L/A	Peso		MS (%)
					PV	PS	
		(mm)			(Mg)		
Hojas del Bosque	Balmaceda	19,7 ± 1,12	10,5 ± 0,63	1,9 ± 0,09	247,5	126,6	51,2
	Galera Chico	19,7 ± 1,74	10,7 ± 0,97	1,9 ± 0,10	198,3	110	55,5
Hojas de Plantas	Balmaceda	22,7 ± 1,89	14,9 ± 0,92	1,52 ± 0,05	273,7	117,3	42,9
	Galera Chico	24,2 ± 1,12	15,9 ± 0,91	1,52 ± 0,04	294,5	117,6	39,9

L: Largo de hojas, A: Ancho de hojas, L/A: Relación largo y ancho, PV: Peso verde, PS: Peso seco, MS: Materia seca.

En el Cuadro N° 23 se muestran los parámetros de hojas. El factor origen no mostró incidencia en la relación largo y ancho de las hojas. Las hojas obtenidas de plantas de vivero muestran un mayor tamaño que las colectadas en el bosque.

- Propagación por Estaquillas

Entre las temporadas 2013 y 2016 se realizaron diferentes ensayos de propagación vegetativa por arraigamiento de estaquillas para la producción de plantas en vivero. Las estaquillas o esquejes se colectaron en el bosque en Balmaceda y Galera Chico. Se efectuaron cuatro ensayos en los que se probaron diferentes tratamientos de auxinas para promover el arraigamiento de las estaquillas y diferentes períodos de evaluación de la respuesta de estas. Los resultados se entregan a continuación.

Ensayo 1: Cinco tratamientos y horizonte de evaluación 30 días.

Se observó un alto porcentaje de formación de callo en el tratamiento T1 con formulación de AIB en polvo (93%), sin embargo, la supervivencia para este tratamiento fue menor (87%), lo que demuestra que no todos los esquejes que forman callo también forman raíz, puede existir mortalidad a posterior. El tratamiento sin aplicación de auxinas (Testigo) presentó una supervivencia superior al 40%, sin embargo pasado los días los esquejes no presentaron respuesta y murieron en su totalidad. Las menores respuestas en formación de callos se obtuvieron con concentraciones de auxina más altas, 4.000 y 8.000 ppm.

El tratamiento T1 de formulación en polvo presentó la mejor respuesta en formación de raíces (73%), lo que hace recomendable su uso para propagación vegetativa. Se apreció una relación inversa entre la concentración de auxina y la formación de raíces, presentando mayor respuesta, el tratamiento 2.000 ppm (20%), seguido de los tratamientos 4.000 y 8.000 ppm, con 13% y 7% respectivamente. En el caso de tratamiento testigo T0, si bien no se presenta respuesta en formación de raíces, se observó un 47% de supervivencia de las estacas en la evaluación de 30 días, lo que indicaría, que la especie sin aplicación de AIB podría necesitar mayor tiempo de evaluación en cuanto a formación de raíces.

Ensayo 2: Siete tratamientos, con concentraciones menores en comparación con el anterior y horizonte de evaluación de 30 días.

La evaluación de los tratamientos mostró bajos niveles de formación de raíces, los cuales no superaron el 30%. La respuesta más favorable se obtuvo en el tratamiento T5 (500 ppm) obteniendo 23% de enraizamiento para las estaquillas de Balmaceda, en tanto que para las de Galera Chico la máxima respuesta se apreció en el tratamiento T7 (2000 ppm) presentando 18% de enraizamiento. El tratamiento testigo (T0) no presentó respuesta para ninguno de los sitios de origen de las estaquillas.

Ensayo 3: Siete tratamientos con horizonte de evaluación de 90 días con controles quincenales.

- Estaquillas procedentes de Galera Chico (Cuadro N° 24)

Las distintas concentraciones de AIB no tuvieron un efecto importante sobre las estaquillas, observándose que solo un 7% de las estacas evaluadas presentaban la aparición de raíces, esto a los 60 días a concentraciones de 200 y 1.000 ppm de AIB (T4 y T6, respectivamente). El tratamiento control (T1) y la formulación en polvo (T2) no generaron efectos positivos sobre la formación radicular, hecho que podría estar relacionado con factores genéticos o la edad del material vegetal utilizado en los ensayos. No fue posible observar una tendencia dosis-efecto, ya que ningún tratamiento excepto (T4 y T6) mostró respuesta positiva ni creciente.

El tratamiento con la formulación comercial de AIB en polvo (T2) fue el que tuvo mejores resultados sobre la aparición de callos a partir de los 45 días en adelante, sin embargo no se formaron raíces.

Independiente de la concentración hormonal la respuesta a la aparición de raíces es nula cuando esta es observada en los periodos de tiempo iniciales del ensayo (15 y 30 días). Además, la respuesta de las estacas a concentraciones mayores (T7) fue totalmente negativa, no encontrando la aparición ni de raíces o callos durante la duración de todo el ensayo.

- Estaquillas procedentes de Balmaceda (Cuadro N° 25)

La aparición de raíces o callos en el tratamiento testigo es nula durante todo el período de evaluación. En cuanto a la aparición de raíces, el tratamiento con la formulación en polvo muestra un 3% a lo largo de todo el período, lo que no se aprecia con el mismo tratamiento en estacas que provenientes de Galera Chico. Se observó un interesante incremento en la aparición de raíces para el material vegetal proveniente del sitio Balmaceda, a los 30, 60 y 90 días el tratamiento T5 (500 ppm) presentó un 33%, 53% y 27% de estacas con raíces, respectivamente, siendo el tratamiento con mejores resultados. La evaluación a los 60 días mostró aparición de raíces en todos los tratamientos, exceptuando T1 y T6.

En relación a la aparición de callos, la mayor respuesta se observó a los 60 días (al igual que con crecimiento radicular). Se apreció un efecto positivo en la producción de callos en el tratamiento T7 (53%) y se observó una respuesta positiva en todos los tratamientos una vez pasado los 60 días, a excepción del testigo.

Cuadro N° 24
APARICIÓN DE CALLOS Y RAÍCES SEGÚN TRATAMIENTO
ESTAQUILLAS PROCEDENTES DE GALERA CHICO (ENSAYO 3)

Tratamiento	Período Evaluación					Total
	15 días	30 días	45 días	60 días	90 días	
Estacas con Raíces (%)						
T1 (control)	0	0	0	0	0	0
T2 (polvo)	0	0	0	0	0	0
T3 (100 ppm)	0	0	0	0	0	0
T4 (200 ppm)	0	0	0	7	0	1
T5 (500 ppm)	0	0	0	0	0	0
T6 (1.000 ppm)	0	0	0	7	0	1
T7 (2.000 ppm)	0	0	0	0	0	0
Estacas con Callos (%)						
T1 (control)	0	0	27	7	0	7
T2 (polvo)	0	0	48	40	20	21
T3 (100 ppm)	0	0	7	20	7	7
T4 (200 ppm)	0	0	20	7	0	5
T5 (500 ppm)	0	0	0	7	0	1
T6 (1.000 ppm)	0	0	0	0	7	1
T7 (2.000 ppm)	0	0	0	0	0	0

Cuadro N° 25
APARICIÓN DE CALLOS Y RAÍCES SEGÚN TRATAMIENTO
ESTAQUILLAS PROCEDENTES DE BALMACEDA (ENSAYO 3)

Tratamiento	Período Evaluación					Total
	15 días	30 días	45 días	60 días	90 días	
Estacas con Raíces (%)						
T1 (control)	0	0	0	0	0	0
T2 (polvo)	0	0	0	14	0	3
T3 (100 ppm)	0	7	0	14	0	4
T4 (200 ppm)	0	0	0	7	0	1
T5 (500 ppm)	0	33	0	53	27	23
T6 (1.000 ppm)	0	0	0	0	0	0
T7 (2.000 ppm)	0	0	0	7	0	1
Estacas con Callos (%)						
T1 (control)	0	0	0	0	0	0
T2 (polvo)	0	40	0	14	0	11
T3 (100 ppm)	0	14	0	7	0	4
T4 (200 ppm)	0	7	0	33	7	9
T5 (500 ppm)	0	0	0	33	7	8
T6 (1.000 ppm)	0	0	0	14	7	4
T7 (2.000 ppm)	0	7	0	53	14	15

Ensayo 4: Seis tratamientos, horizonte de evaluación 30 y 60 días.

Para las estaquillas procedentes de Galera Chico los tratamientos no provocaron resultados positivos y para aquellas de Balmaceda, no se observó respuesta a los 30 días y a los 60 días de establecido el ensayo se observó una respuesta en los tratamiento T3 (200 ppm) y T5 (polvo) de 40 y 10%, respectivamente.

- Regeneración Natural

En Balmaceda y Galera Chico se evaluó la regeneración natural (a libre pastoreo) en cada una de las tres parcelas forestales permanentes en subparcelas de 1 m². La evaluación se efectuó en un total de 48 parcelas.

La evaluación de la incorporación de plantas de ñirre provenientes de semillas en los tratamientos Testigo Forestal y Silvopastoral se llevó a cabo al momento de establecimiento de las plantas en el mes de diciembre y al final de la temporada, en el mes de abril, se evaluó la supervivencia (Cuadro N° 26).

Cuadro N° 26
REGENERACIÓN NATURAL DE ÑIRRE SEGÚN TRATAMIENTO

Temporada	Parc.	Balmaceda				Galera Chico			
		Testigo Forestal		Silvopastoral		Testigo Forestal		Silvopastoral	
		E Dic (pl/ha)	S Abr (%)	E Dic (pl/ha)	S Abr (%)	E Dic (pl/ha)	S Abr (%)	E Dic (pl/ha)	S Abr (%)
2015	1	55.000	0	25.000	0	0	0	15.000	0
	2	0	0	5.000	0	0	0	5.000	0
	3	30.000	0	40.000	0	0	0	15.000	0
Promedio		28.333	0	23.333	0	0	0	11.667	0
2016	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio		0	0	0	0	0	0	0	0

E: Establecimiento S: Supervivencia



Figura N° 25
REGENERACIÓN NATURAL DE ÑIRRE CON PASTOREO INTEGRADO

En la temporada 2015, en el tratamiento Testigo Forestal de Balmaceda se encontró un total de 28.333 plantas por hectárea, mientras que en la condición seca de Galera Chico no existe regeneración natural en este tratamiento.

En tanto que para el tratamiento Silvopastoral se registraron 23.333 plantas por hectárea en Balmaceda y 11.667 plantas por hectárea en Galera Chico.

Para la temporada 2016 no se encontró regeneración natural en estos lugares en ninguno de los tratamientos, lo que es atribuible a que esta temporada se registró como la más seca de los últimos 50 años en la región.

Sin embargo, pese a la alta regeneración observada en la temporada 2015, la supervivencia al fin de la temporada es nula, situación que se podría explicar por las marcadas condiciones de sequía de 2016 y por daños mecánicos y ramoneo del ganado presente.

- Protección Individual de Tocones

La integración del ganado en los bosques ocurre desde inicios de la colonización en Aysén, hoy es posible observar la convivencia entre ganado y el bosque nativo como una actividad arraigada en la región, pero esta puede comprometer regeneración de los bosques, si no se aplican criterios técnicos para el manejo del bosque y algunas prácticas silvícolas para proteger su regeneración.

Toda acción de corta de bosque nativo, cualquiera sea el tipo de terreno en que este se encuentre, debe estar respaldada por un plan de manejo aprobado por la autoridad forestal pertinente y este instrumento de planificación debe ordenar las intervenciones silvícolas para obtener la sustentabilidad del recurso.

Como se comentó anteriormente, asegurar la continuidad del bosque a largo plazo solo por la vía de la regeneración natural (semillas y tocones) no parece posible dado que, debido al relativamente lento crecimiento de la especie, se harían necesarias prolongadas exclusiones de las áreas en regeneración y aun así persiste el daño a la regeneración por animales silvestres menores (liebres).

Sin embargo, en el caso de los sistemas silvopastorales existe una estrategia silvícola que no requiere excluir el área sino que solo proteger individualmente los tocones de los árboles raleados, práctica efectiva y de bajo costo, asegurando así la regeneración en monte bajo.

Se diseñaron tres tipos de protectores individuales de tocones, Protector Tradicional, Protector de Malla y Protector con Residuos de Raleo, se probaron los dos primeros (Figura N° 26) y se marcaron tocones Testigos sin Protección. (En Apéndice N° 5 diseños, insumos y costos de protectores de tocón).

En los nirrantaes del tratamiento Silvopastoral, en Balmaceda y Galera Chico, se protegieron 18 tocones en cada lugar utilizando los diseños de protector indicados y los testigos sin protección.

En cada repetición se evaluaron parámetros de crecimiento del tocón; diámetro, altura, número de brotes, largo de brotes y porcentaje de ramoneo.

Los resultados de estos ensayos de protección de tocones se pueden ver en detalle en Salinas *et al.* (2015) y se resumen en el Cuadro N° 27.



Rebrotos en árboles raleados (sup.) Protector Tradicional (izq.), Protector de Malla (der.)

Figura N° 26
REBROTOS Y PROTECTORES INDIVIDUALES DE TOCÓN

Cuadro N° 27
PARÁMETROS DE TOCÓN Y PORCENTAJE DE RAMONEO DE BROTES
SEGÚN LUGAR Y TIPO DE PROTECTOR

Tratamientos	Dat (cm)	2015			2016			2017			R (%)
		Htoc (cm)	Nb (und)	Lb (cm)	Htoc (cm)	Nb (und)	Lb (cm)	Htoc (cm)	Nb (und)	Lb (cm)	
Galera Chico											
Malla	14,2	40,9	57,9	17,2	80,9	9,1	47,6	77,4	-	56,0	0,0
Tradicional	16,2	44,3	70,6	10,3	50,9	8,5	18,6	51,0	-	20,5	70,0
Testigo	14,9	42,3	61,0	10,1	44,6	9,1	9,1	41,3	-	20,3	90,0
Balmaceda											
Malla	11,9	41,2	67,7	32,2	68,6	6,6	38,1	80,7	-	34,5	4,0
Tradicional	13,6	41,8	52,7	12,7	44,6	7,9	13,4	47,9	-	9,4	58,0
Testigo	13,0	43,8	55,4	4,9	45,8	9,2	10,1	49,1	-	12,3	74,0

Dat: Diámetro tocón Htoc: Atura tocón más la del brote de mayor altura Nb: Número de brotes Lb: Largo de brotes, R: Ramoneo

En Galera Chico se observa un crecimiento de todos los parámetros evaluados. En el tratamiento Malla de este sitio se observó el mayor incremento en altura con 40 cm de

crecimiento anual, seguido de Tradicional y Testigo con incrementos anuales de 19,7 y 16,4 cm/año en promedio respectivamente.

El mismo efecto se produjo en el sitio de Balmaceda (Cuadro N° 27) donde el tratamiento Malla presentó mayor crecimiento que los otros tratamientos al aumentar en 27,4 cm/año de una temporada a otra. Respecto del largo de brotes (Lb), en los tratamientos Malla y Tradicional (con protectores) de Galera Chico se observó un incremento con respecto a la temporada anterior, sin embargo, el tratamiento Testigo no se observó crecimiento y se provocó una disminución del tamaño original, lo que se explica por efecto del ramoneo. Los incrementos promedios de brotes en el sitio seco (Cuadro N° 27) fueron de 30,2 y 8,3 cm para los tratamientos Malla y Tradicional, respectivamente, mientras que en el sitio seco el largo de brotes fue un 20% y 8% inferior para los mismos tratamientos, respectivamente.

El ramoneo fue evaluado de forma visual en cada repetición (n=9), la mayor presencia de ramoneo fue observada en el tratamiento Testigo (sin protector) en ambos sitios, registrando un ramoneo de un 90% para Galera Chico y un 74% para el sitio de mallín en Balmaceda.

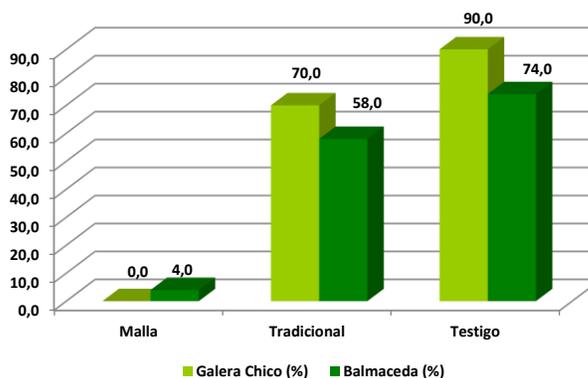


Figura N° 27
PORCENTAJE DE RAMONEO EN BROTES
SEGÚN TRATAMIENTO DE PROTECCIÓN DE TOCÓN

La aplicación de protectores individuales de tocón resulta una práctica eficiente para evitar el ramoneo de los rebrotes, en el tratamiento Malla prácticamente no se presentó ramoneo, 4% Balmaceda y 0% en Galera Chico, en tanto que en el tratamiento Testigo el ramoneo alcanzó a 74% y 90%, respectivamente. El tratamiento Tradicional muestra un cierto nivel de protección, pero el ramoneo alcanza a 58% en Balmaceda y 70% en Galera Chico. Estos ensayos no permitieron distinguir el daño por vacunos o por liebres, pero ambos existen.



Figura N° 28
DAÑO POR RAMONEO DE REBROTES

5.2.3. Pradera

Durante tres temporadas (2014-2017) se procedió a la evaluación de la estrata herbácea en Balmaceda y Galera Chico. El primero corresponde a un ñirral caracterizado por un bosque de ñirre denso sobre un mallín (napa freática superficial) y el segundo con condiciones más secas. En ambos casos se comparó la situación de un bosque sin intervenir, Testigo Forestal, con un bosque intervenido mediante raleo, Silvopastoral, y la situación sin bosque Pradera Natural. La evaluación fue realizada por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA-Tamel Aike).

Previo al inicio de estos ensayos se tomó una muestra de suelo para cada tratamiento en los dos sitios experimentales, con el propósito de evaluar la composición química inicial (micro y macroelementos) de cada sector. Para ello se realizó un muestreo en cada sitio mediante un barreno (10 cm profundidad). En cada caso se tomaron 20 submuestras, las que luego fueron mezcladas para formar una muestra, la que se destinó a análisis en laboratorios del INIA.

En cada unidad experimental se evaluaron los tratamientos indicados y para ello, en cada tratamiento se instalaron cuatro jaulas de exclusión de 0,5 m² cada una (1 m x 0,5 m), distribuidas al azar, pero en sitios donde existiera cierta cubierta herbácea, aunque esta fuera incipiente. Cuando la estrata herbácea al interior de la jaula alcanzaba una altura factible de ser muestreada (aproximadamente 15-20 cm), se procedía a su cosecha, removiendo la jaula y colocando un marco de la misma medida (0,5 m²) para cortar con una máquina eléctrica todo el material vegetal presente. La muestra se colocaba en una bolsa para ser llevada a laboratorio de campo. Luego se procedía a reubicar la jaula en un lugar con similares características del que estaba. Este procedimiento se repitió en cada jaula.

El material colectado se pesó posteriormente en verde, para determinar la producción total de materia fresca, y luego se dividió en dos fracciones, una para determinar el contenido de materia seca (MS) y otra para caracterizar la composición botánica (separación de especies o grupos de especies constituyentes). La muestra para determinar materia seca se ingresó a una estufa de secado a 60°C por aproximadamente 48 horas hasta peso constante.

Previo a la cosecha de material vegetal (biomasa), se registró también la altura de las plantas, mediante lecturas repetidas con un medidor de altura *ad hoc* (*sward stick*).

Junto a lo anterior y con el objetivo de evaluar la cobertura de la estrata herbácea y su composición, se implementaron doce transectos (dos por cada tratamiento, seis por sitio experimental) para ambos sectores, Balmaceda y Galera Chico.

Se instalaron dos estacas indicativas de 2"x2"x160 cm por transecto, pintadas de color blanco y distantes 22 m entre ellas. Para la evaluación, se utilizó una huincha graduada, midiéndose una distancia total de 20 m. Una vez instalada la huincha entre ambas estacas, se procedió a evaluar cada 10 cm la ocurrencia en cada punto. Para ello se utilizó una aguja metálica, la que se sitúa en cada punto y se registra el contacto correspondiente. De esta forma se obtienen 200 puntos por cada transecto (400 puntos por cada tratamiento).

La información colectada permite conocer la cobertura de la estrata herbácea en cada caso y su evolución. De esta forma se complementa la información de los rendimientos de materia seca obtenidos en las jaulas.

En los transectos se consideraron diferentes categorías, algunas de las cuales fueron agrupadas para facilitar su interpretación:

Gramíneas (pasto ovillo, pasto miel, otras)
Trébol Blanco

Malezas (diferentes especies de hoja ancha)
 Suelo Desnudo
 Otros (mantillo, hojarasca, rama seca, raíz/tocón, bosta, material muerto)
 Agua
 Juncáceas y ciperáceas

5.2.3.1. Fertilidad de Suelos

En el Cuadro N° 28 se muestran los resultados obtenidos del muestreo de suelos (10 cm) en los tres tratamientos del sector Balmaceda.

Cuadro N° 28
FERTILIDAD INICIAL DE SUELOS (10 cm)
BALMACEDA

Tratamiento	N	P	K	S	pH	M.O
	(mg/kg)				(-)	(%)
Bosque sin intervenir	185	10,6	325,5	3,92	5,53	16,7
Bosque raleado	115	9,0	262,1	6,82	5,09	16,6
Pradera natural	85	14,4	386,5	1,74	5,33	12,2

Tratamiento	Ca	Mg	K	Na	Al	CICE	Sat. Al	B
	(cmol(+)/kg)					(-)	(%)	(ppm)
Bosque sin intervenir	17,37	6,45	0,74	0,53	0,06	25,15	0,24	1,01
Bosque raleado	11,38	4,46	0,61	0,6	0,24	17,29	1,41	0,81
Pradera natural	11,96	3,95	0,93	0,16	0,09	17,1	0,54	0,96

Los niveles de nitrógeno disponible son elevados en los tres casos, aunque tienden a ser mayores en los tratamientos con bosque con respecto a la pradera sin cubierta boscosa.

Los niveles de fósforo (Olsen) son medios a bajos en el sector de bosque, probablemente asociado a las características hidromórficas del suelo. En el sector con pradera son algo superiores, aunque aún limitantes.

Los valores de potasio disponible en general no son limitantes y más bien elevados en los tres casos.

Una situación diferente ocurre con el azufre-sulfato del suelo, que es más elevada en el sector con bosque y muy limitante en el sector de pradera sin bosque (< 2 mg/kg) y constituye probablemente la principal limitante a la producción vegetal en este caso.

El suelo presenta niveles altos de bases de intercambio (Ca, Mg, K, Na) y una baja saturación de aluminio. A pesar de esto, los suelos analizados son de moderadamente a fuertemente ácidos, por lo que presentan una acidez potencial alta que eventualmente puede limitar fuertemente el crecimiento de herbáceas.

Intervenciones futuras para mejorar la productividad forrajera probablemente requieran de enmiendas. Los niveles de boro pudieran a futuro también requerir cierta corrección.

En el Cuadro N° 29 se muestran los resultados obtenidos del muestreo de suelos (10 cm) en los tres tratamientos del sector Galera Chico.

Cuadro N° 29
FERTILIDAD INICIAL DE SUELOS (10 cm)
GALERA CHICO

Tratamiento	N	P	K	S	pH	M.O
	(mg/kg)				(-)	(%)
Bosque sin Intervenir	32	36,1	446,2	4,54	6,26	22,9
Bosque raleado	26	39,3	373,7	4,26	6,38	20,0
Pradera Natural	57	18,3	523,1	2,92	6,10	23,3

Tratamiento	Ca	Mg	K	Na	Al	CICE	Sat. Al	B
	(cmol(+)/kg)					(-)	(%)	(ppm)
Bosque sin Intervenir	16,26	4,03	1,13	0,01	0,03	21,48	0,13	1,20
Bosque raleado	15,89	3,65	0,95	0,05	0,02	20,56	0,11	0,80
Pradera Natural	14,49	3,82	1,40	0,04	0,03	19,79	0,15	1,01

Los niveles de nitrógeno en Galera Chico son adecuados. El fósforo disponible en este caso es superior al sitio Balmaceda, particularmente en la situación de bosque, donde no es limitante. Incluso en el tratamiento de pradera sin bosque, el nivel de 18 mg/kg se acerca a un valor adecuado y es fácilmente corregible vía fertilización.

El nivel de azufre en el bosque es superior a aquel del sector descubierto, donde la limitación es más intensa. Los valores de pH están en el rango de ligeramente ácido y son característicos de esta zona, en suelos andisoles sin napa freática superficial, como en el caso anterior.

La suma de bases del complejo de intercambio catiónico del suelo es elevada y se traduce en saturaciones de aluminio muy bajas y no limitantes para el crecimiento herbáceo.

Los niveles de boro son similares al otro sitio y están en los rangos habitualmente encontrados en esta zona.

5.2.3.2. Productividad de la Pradera y Sotobosque

- Balmaceda

- Primera Temporada

En la Figura N° 29 se presentan los rendimientos promedios de forraje en MS (kg/ha) y la altura (cm) para la cubierta herbácea del ñirral del sector Balmaceda, con dos cortes realizados durante la temporada; 08/01/2015, 86 días y 28/04/2015, 110 días.

Se observa que en el sector del bosque sin intervenir la producción fue baja (acumulado de solo 360 kg/ha) a diferencia de los otros dos tratamientos, donde se superaron las 3 t/ha.

Sin embargo, a pesar de que las producciones acumuladas del bosque raleado (3.300 kg/ha) y la pradera sin bosque (3.600 kg/ha) son similares, debe señalarse que la cobertura es muy diferente.

Puede resultar erróneo compararlos directamente, ya que en el primer caso se refiere a los sitios con cubierta herbácea, mientras que en el segundo esta producción es efectiva en toda la superficie.

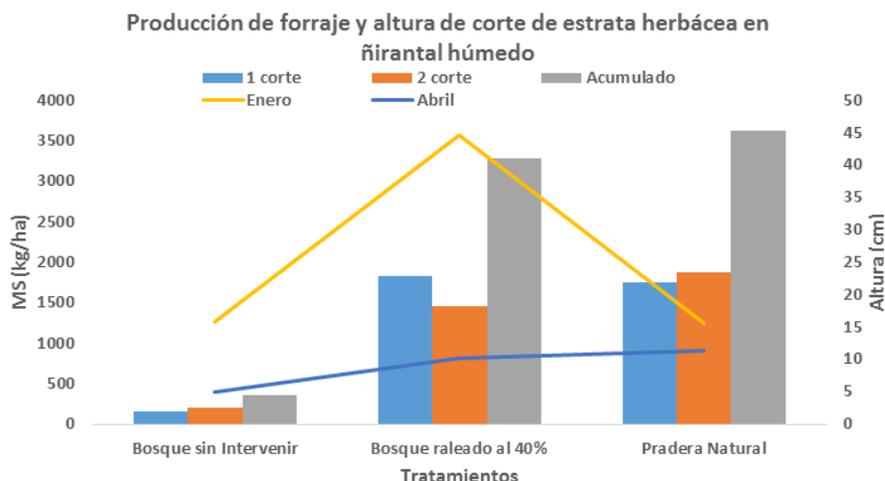


Figura N° 29
PRODUCCIÓN DE LA ESTRATA HERBÁCEA Y ALTURA PARA LOS TRES TRATAMIENTOS
BALMACEDA

En la Figura N° 30 se muestra las tasa de crecimiento promedio evaluada en las jaulas de exclusión en el sitio Balmaceda. En el tratamiento de bosque sin intervenir la tasa de crecimiento de la estrata herbácea es en promedio muy baja, inferior a 5 kg/ha/día de materia seca. En las jaulas del bosque raleado se midieron valores promedios de 22 kg/ha/día de MS hasta enero y de alrededor de 13 kg/ha/día posteriormente hasta abril. En la pradera sin bosque, las tasas medidas fueron de 20 y 17 kg/ha/día de MS para los mismos períodos, respectivamente.

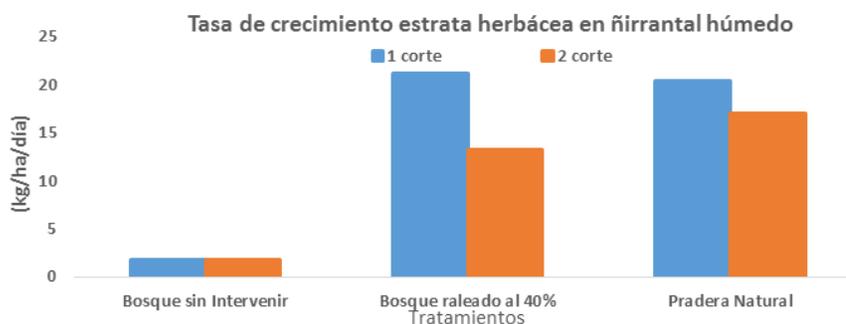


Figura N° 30
TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO DIARIO EN MS
PARA DOS PERÍODOS EN LOS TRES TRATAMIENTOS
BALMACEDA

La composición botánica en el bosque sin intervenir y en el raleado se caracteriza por una mayor presencia de especies gramíneas (sobre 50% y hasta 85%), tanto en el primer como en el segundo corte, a diferencia de la pradera natural, en la cual la mayor presencia la conforman principalmente especies de hoja ancha (entre 40 - 60%, según fechas) y gramíneas (30 - 40%). La presencia de leguminosas es muy baja en todos los casos, desde una absoluta ausencia en el bosque sin intervenir, hasta niveles inferiores a 4% en la pradera sin bosque. La elevada acidez del suelo puede influir en este componente (Cuadro N° 30).

Cuadro N° 30
COMPOSICIÓN BOTANICA PARA LOS TRES TRATAMIENTOS
BALMACEDA

Tratamientos	Corte	Gramíneas	Leguminosas	D. León	O. Malezas	M. Muerto
		(%)				
Bosque sin Intervenir	1°	50,4	0,0	17,7	14,8	17,2
	2°	53,8	0,0	4,8	39,8	1,6
Bosque raleado	1°	85,0	0,4	0,9	11,1	2,6
	2°	68,0	0,0	1,5	3,7	26,8
Pradera	1°	31,2	3,8	20,9	40,7	3,4
	2°	39,7	0,0	2,3	36,8	21,1

- **Segunda Temporada**

Se observa, al igual que en la temporada anterior, que el tratamiento con menor y casi nulo rendimiento en la estrata herbácea fue el bosque sin intervenir (biomasa acumulada promedio en MS de 252 kg/ha). En el bosque raleado, la biomasa en MS total presente fue en promedio de 2.496 kg/ha, inferior a la pradera naturalizada, que llegó en esta localidad a 3.337 kg/ha en promedio (Figura N° 31).

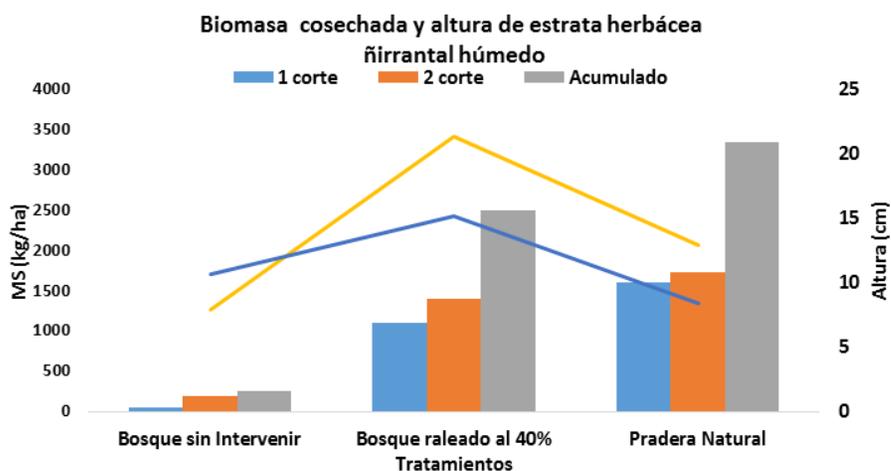


Figura N° 31
BIOMASA PRESENTE EN MS Y ALTURA PARA LOS TRES TRATAMIENTOS
BALMACEDA

En la Figura N° 32 se presenta la tasa de crecimiento diaria observada en las jaulas para los tres tratamientos en evaluación. Desde el 1 de octubre al 11 de diciembre (72 días) el bosque sin intervenir presenta una tasa de crecimiento casi nula en MS de 0,8 kg/ha/día, probablemente también inducida por excesivo anegamiento en esta época y la escasa luz que penetra hasta la estrata inferior. Por el contrario, en los otros dos sectores se observan tasas mayores. En el bosque raleado las condiciones son más favorables y se registraron tasas de 15,4 kg/ha/día, frente a la pradera naturalizada (sin bosque) con 22,6 kg/ha/día. Para el mes de marzo el orden es similar, con valores muy bajos en el bosque no intervenido (cerca de 2 kg/ha/día), 13,6 kg/ha/día en el bosque raleado, y 16,8 kg/ha/día en la pradera naturalizada.

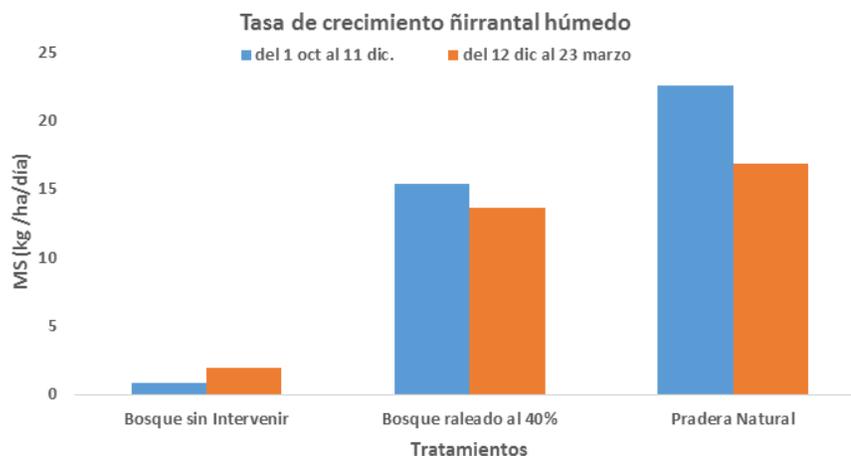


Figura N° 32
TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO DIARIO PARA LOS TRES TRATAMIENTOS
BALMACEDA

La composición presenta en todos los casos un dominio de especies gramíneas, entre un 33% y hasta 80% en el primer y segundo corte, respectivamente. En la pradera naturalizada, se observa también una presencia importante de especies juncáceas en ambos cortes (entre 22 a 30%). La presencia de leguminosas es muy baja en todos los casos, desde una absoluta ausencia en el bosque sin intervenir y el bosque raleado, hasta niveles inferiores a 2% en la pradera naturalizada (Cuadro N° 31).

Cuadro N° 31
COMPOSICIÓN BOTANICA PARA LOS TRES TRATAMIENTOS
BALMACEDA

Tratamientos	Corte	Gramíneas	Leguminosas	D. León	O. Malezas	Ciperáceas	Juncáceas	M. Muerto
Bosque sin intervenir	1°	0	0	71	0	29	0	0
	2°	33	0	17	37	0	0	13
Bosque raleado	1°	68	0	3	16	12	0	2
	2°	80	0	3	4	4	0	7
Pradera naturalizada	1°	42	1	23	2	0	30	2
	2°	44	2	2	0	0	22	30

Cuadro N° 32
RESUMEN TRANSECTOS EVALUADOS
BALMACEDA

Categoría/ Tratamiento	Bosque sin intervenir		Bosque raleado		Pradera Naturalizada	
	Contacto	(%)	Contacto	(%)	Contacto	(%)
Gramíneas	0	0,0	80	20,0	221	55,3
Trébol Blanco	0	0,0	2	0,5	12	3,0
Malezas	20	5,0	18	4,5	80	20,0
Suelo Desnudo	61	15,3	99	24,8	1	0,3
Mantillo, hojarasca, rama seca, raíz o tocón, bosta, material muerto	312	78,0	103	25,8	52	13,0
Agua	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Juncácea, Ciperácea	7	1,8	98	24,5	34	8,5
Total	400	100	400	100	400	100

En el lugar en el cual se evaluó el transecto de la pradera naturalizada se apreciaba una vegetación muy densa, con presencia de “mogotes” y juncáceas. Se observa una alta presencia de gramíneas (sobre un 50%, como pasto miel y poa) y casi ausencia de suelo desnudo. Además, se observa presencia importante de malezas (20 %), con contactos menores de ciperáceas, trébol blanco, malezas, y musgos.

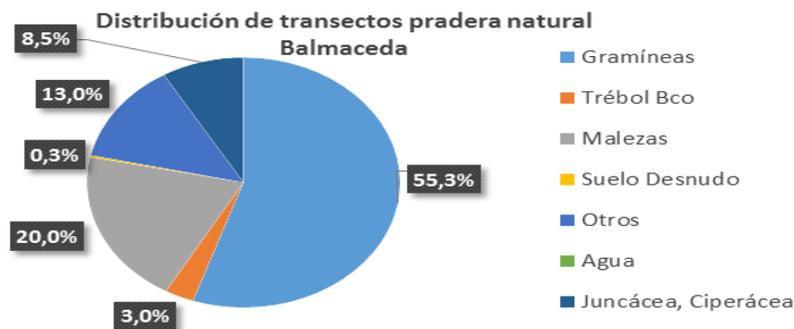


Figura N° 33
DISTRIBUCIÓN DE PARAMETROS EVALUADOS EN TRANSECTOS PRADERA NATURALIZADA BALMACEDA

Al analizar el componente de suelo desnudo y mantillo, se aprecia que en el bosque sin intervenir la suma de ellos llega al 93,3%. Es decir, más del 90% de la superficie del bosque no tiene componentes vegetales vivos. En el bosque intervenido, esto muestra 50,6%, de modo que la mitad de la superficie reportaba presencia de componentes botánicos de la estrata herbácea. En la pradera naturalizada sin bosque, prácticamente no hay suelo desnudo y el componente de mantillo llega a 13%. Estas cifras son importantes a la hora de ponderar las evaluaciones de producción realizadas. En el sector de bosque raleado se aprecia un porcentaje considerable de ciperáceas (24,5 %) y la cobertura de material herbáceo es significativamente menor al de la pradera abierta.

En el bosque se encuentra una cantidad apreciable de contactos en componentes como raíces/ tocones, hojarasca y mantillo (25,8 %). El componente de suelo desnudo (24,8 %) es igualmente importante en esta condición. Este bosque se inunda habitualmente en invierno y primavera, lo que también incide en el éxito de lograr una cubierta herbácea más homogénea. La presencia de gramíneas no supera el 20%.

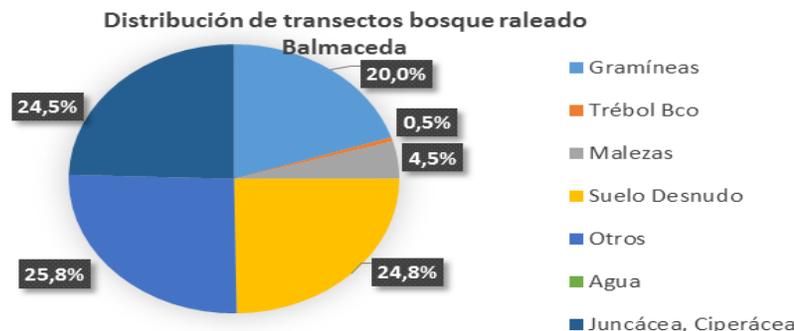


Figura N° 34
DISTRIBUCIÓN DE PARAMETROS EVALUADOS EN TRANSECTOS BOSQUE RALEADO BALMACEDA

En tratamiento de bosque sin intervenir (Figura N°35), que presenta la mayor cobertura de la estrata arbórea, se observó una presencia dominante de categorías como hojarascas, raíz/tocón (78%), seguidas principalmente por suelo desnudo (15,3%). Por su parte la presencia de estrata herbácea es prácticamente nula (Ciperáceas y Juncáceas 1,8%), aparte de las malezas (5%) aspecto que se ve también reflejado en el rendimiento observado en las jaulas.

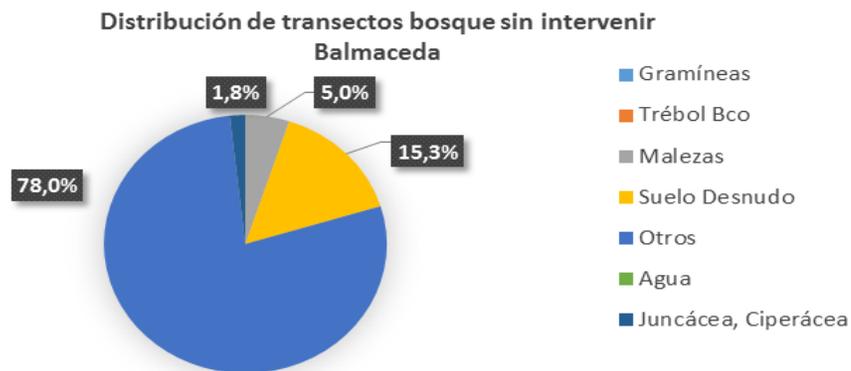


Figura N° 35
DISTRIBUCIÓN DE PARÁMETROS EN TRANSECTOS BOSQUE SIN INTERVENIR BALMACEDA

- Tercera Temporada

En la tercera temporada (Figura N° 36) se repite la tendencia de muy bajas producciones en la estrata herbácea del bosque no intervenido, mientras que estas son mayores en el bosque intervenido. En esta temporada, se midieron mayores producciones en jaulas dentro del bosque intervenido vs afuera, sin embargo, debe tenerse presente que ellas deben ponderarse por la cobertura. Ello se analiza en el punto siguiente, para las tres temporadas evaluadas.

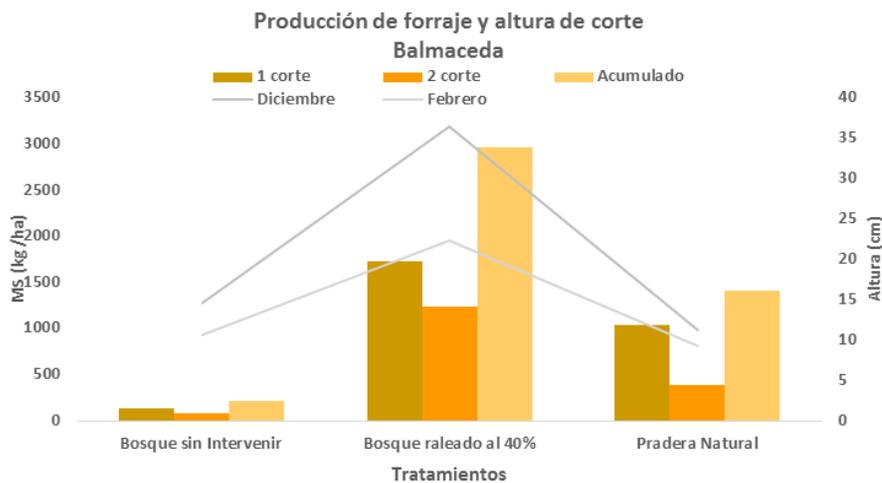


Figura N° 36
PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y ALTURA DE LA ESTRATA HERBÁCEA BALMACEDA

Es igualmente importante señalar que en esta temporada el crecimiento de febrero y marzo debe haber sido significativo (se evaluará a principios de abril ya que aún se aprecia crecimiento), por lo que las cifras de la tercera temporada no son definitivas.

En cuanto a la composición botánica de la estrata herbácea (Cuadro N° 33), se aprecia nuevamente una alta participación del componente de gramíneas. El diente de león (*Taraxacum*) está presente en alta proporción particularmente en el primer corte en condiciones de la pradera natural. Las leguminosas siguen siendo muy minoritarias y seguramente se requeriría modificar la fertilidad del suelo para estimular su presencia (particularmente corrección de acidez y niveles de azufre en el suelo).

Cuadro N° 33
COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA ESTRATA HERBÁCEA
TEMPORADA 2016-2017
BALMACEDA

Tratamientos	Corte	Gramíneas	Leguminosas	D. León	O. Malezas	Ciperáceas	Juncáceas	M. Muerto
		(%)						
Bosque sin Intervenir	1°	68,0	0,0	29,9	2,1	0,0	0,0	0,0
	2°	59,1	0,0	25,9	12,2	2,9	0,0	0,0
Bosque raleado	1°	86,9	0,2	4,1	8,9	0,0	0,0	0,0
	2°	92,3	0,9	4,7	1,7	0,3	0,1	0,0
Pradera Natural	1°	45,3	3,8	37,3	2,3	2,9	8,4	0,0
	2°	62,9	1,2	18,1	2,6	2,5	12,7	0,0

- Resumen Tres Temporadas

En el Cuadro N° 34 se analiza en forma resumida la productividad de la estrata herbácea bajo las tres condiciones experimentales. El bosque sin intervenir presenta muy escasa producción en herbáceas, debido a las altas condiciones de sobreamiento y competencia que ello implica para especies cercanas al suelo del bosque. Con solo 200-350 kg/ha de MS medida en jaulas, al considerar la proporción de suelo cubierta por herbáceas de solo 7% aproximadamente, se tiene que el aporte de materia seca de herbáceas por unidad de superficie es casi inexistente.

Para el bosque intervenido, que registra producciones de MSe 2.500-3.300 kg/ha aproximadamente, al ponderar por la proporción medida de cobertura estimada de herbáceas (alrededor de 50%), se tiene que la estrata herbácea podría aportar entre 1.250-1.650 kg/ha. En este caso, considerando además una utilización de, por ejemplo 50%, el consumo potencial de MS por animales herbívoros podría ser de alrededor de 600-800 kg/ha. Lo anterior, podría significar que esta situación permitiría mantener una unidad animal (1 vaca de 500 kg de peso vivo) por entre 45-60 días en 1 ha de superficie.

En el caso de la pradera naturalizada abierta (sin bosque), se tiene producciones de MS entre 3.300-3.600 kg/ha (no se considera en este análisis la tercera temporada, ya que está aún en crecimiento al momento del informe). Este sector presentaba alrededor de 13% de incidencia de superficie con suelo desnudo o material no ligado a componentes vivos vegetales. Se tendría así aproximadamente entre 2900-3.100 kg/ha de producción de MS en la estrata herbácea (pradera). Con una utilización estimada de 60% se tiene una disponibilidad para consumo de 1.700-1.900 kg/ha. Considerando parámetros similares al caso anterior, la pradera podría sustentar la misma unidad animal por alrededor de 140-150 días.

Cuadro N° 34
PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA MEDIDA EN JAULAS DE EXCLUSIÓN
BALMACEDA

Tratamiento	Temporada			Acumulado 3 años	Promedios ± desvíos
	2014-15	2015-16	2016-17		
	MS (kg/ha)				
Bosque sin Intervenir	356	252	216	824	275 ± 73
Bosque raleado	3.285	2.497	2.960	8.742	2.914 ± 396
Pradera naturalizada	3.618	3.338	1.414	8.370	2.790 ± 1.200

Las cifras estimadas anteriormente son muy generales y requerirán de ajustes y repetición de mediciones para obtener valores más exactos. Sin embargo, entregan una visión general de la potencialidad de uso de estratas herbáceas mediante pastoreo estacional. Asimismo, debe considerarse el efecto de la sombra sobre los animales, que puede ser un factor importante en ciertos períodos del verano.

En términos de potencial, también es interesante ver a futuro los efectos de corrección nutricional del suelo y el estímulo que ello pueda significar sobre la estrata herbácea. En praderas naturalizadas, considerando las producciones medidas en esta localidad, la experiencia del INIA permitiría estimar al menos duplicar la producción de materia seca mediante corrección de acidez (aplicación de cal) y fertilización con azufre y fósforo.

- Galera Chico

- Primera Temporada

En la Figura N° 37 se presentan los rendimientos promedios de la evaluación de la estrata herbácea en producción de MS y en altura (cm) para los tratamientos del sitio Galera Chico en los dos cortes realizados durante la temporada; 19/02/2015, 76 días y 07/05/2015, 77 días.

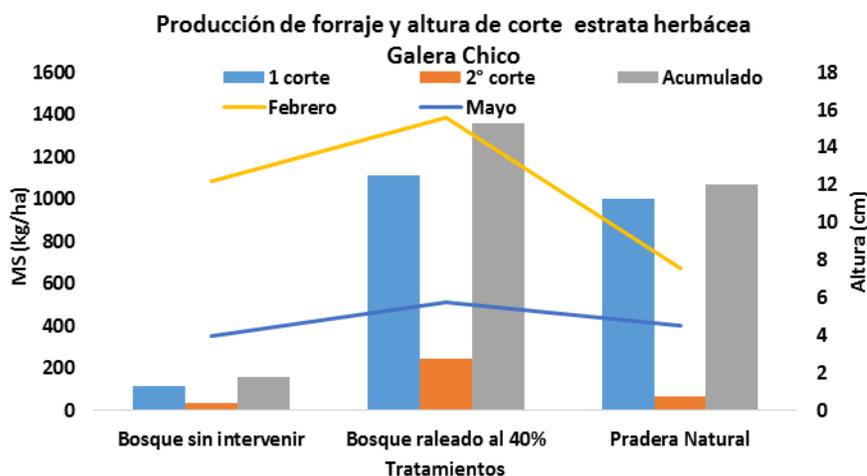


Figura N° 37
PRODUCCIÓN DE LA ESTRATA HERBÁCEA Y ALTURA
GALERA CHICO

La productividad en general fue inferior al sitio Balmaceda. Debe señalarse que la ubicación de jaulas en este sitio fue más tardía en la temporada (diciembre), ya que los tratamientos no pudieron ser impuestos previamente por las labores de implementación en terreno.

De esta forma, la influencia del pastoreo previo a esa fecha sin duda que influye en los valores obtenidos, sobre todo considerando que el mes de noviembre habitualmente concentra gran parte del crecimiento de praderas naturalizadas en esta zona.

De esta forma, los rendimientos acumulados en MS en la temporada fueron en promedio de alrededor de 160 kg/ha en el bosque sin intervenir, 1.360 kg/ha en el bosque intervenido y de aproximadamente 1.000 kg/ha en la pradera naturalizada. En este último caso, la fecha de inicio de muestreo tiene que haber influido más, por el efecto animal previo al período experimental.

Como en el sitio anterior, puede resultar erróneo comparar directamente los rendimientos de la estrata herbácea con y sin bosque, ya que en el primer caso se refiere a los sitios con cubierta herbácea, mientras que en el segundo esta producción es efectiva en toda la superficie. Para ello, en la próxima temporada se contará con datos de cobertura de la estrata, lo que permite corregir la situación anterior.

La tasa de crecimiento (Figura N° 38) fue casi nula en el bosque sin intervenir y muy baja en los otros dos tratamientos. En la próxima temporada se debiera tener una evaluación más precisa de los tres tratamientos.

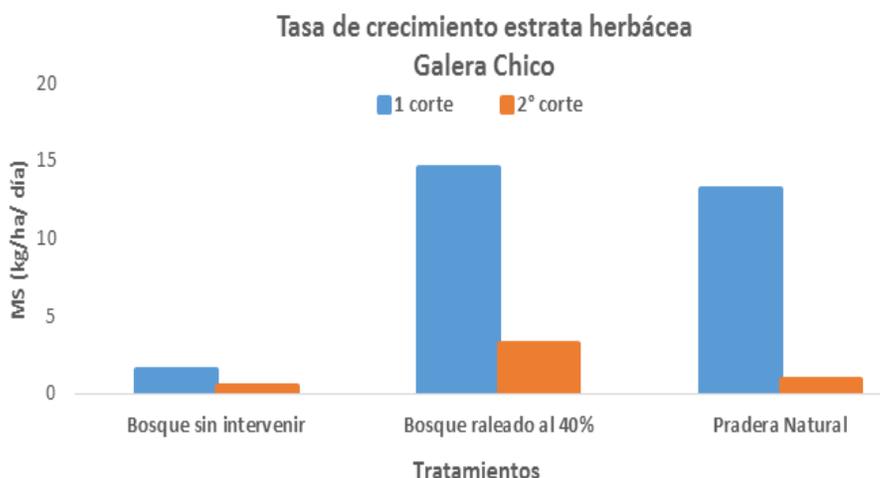


Figura N° 38
TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO DIARIO

En relación a la composición botánica (Cuadro N° 35), en todos los tratamientos de este sitio se aprecia que dominan las especies gramíneas, tanto en el primer como en el segundo corte.

Además, solo en el bosque raleado se encontraron especies leguminosas, las que fueron significativas en el primer corte en el mes de febrero (casi 25%). Las demás especies como el diente de león y otras especies de hoja ancha (particularmente vinagrillo), se encuentran en menor proporción.

Cuadro N° 35
COMPOSICIÓN BOTANICA DE LA ESTRATA HERBÁCEA
GALERA CHICO

Tratamiento	Corte	Gramíneas	Leguminosas	D. León	O. Malezas	M. Muerto
		(%)				
Bosque sin intervenir	1°	42,28	0,00	7,90	48,28	1,55
	2°	87,69	0,00	0,69	0,00	11,61
Bosque raleado	1°	48,93	24,71	11,12	6,59	8,64
	2°	96,83	2,47	0,35	0,35	0,00
Pradera Natural	1°	53,12	0,00	14,10	6,53	26,26
	2°	88,07	0,00	0,00	2,36	9,57

Dadas las características de suelo en esta zona sería esperable tener una pradera naturalizada de mejor calidad y mayor rendimiento, especialmente si se considera que el análisis de fertilidad inicial fue bastante bueno. La corrección de deficiencias de azufre debiera ser un instrumento diferenciador.

- Segunda Temporada

En la Figura N° 39 se presentan los rendimientos promedios de la evaluación de la estrata herbácea y la altura (para los tratamientos del sitio Galera Chico para los dos cortes realizados durante la temporada; 11/12/2015, 213 días, y 23/03/2016, 103 días.

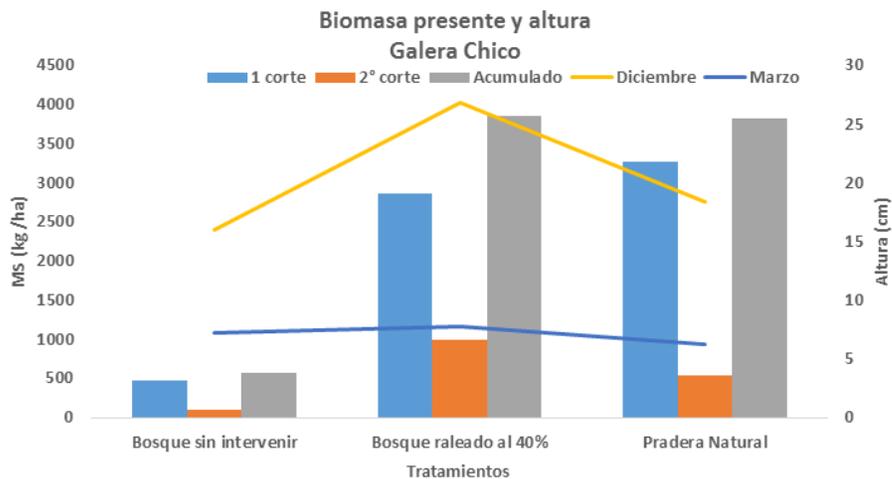


Figura N° 39
BIOMASA PRESENTE EN LA ESTRATA HERBÁCEA Y ALTURA
GALERA CHICO

En general, se aprecia que esta temporada registró valores superiores a la pasada, y la biomasa en MS acumulada fue en promedio de 574 kg/ha en el bosque sin intervenir, 3.859 kg/ha en el bosque intervenido; y 3.810 kg/ha en la pradera naturalizada.

Como indican los resultados resumidos en la Figura N° 39, en el primer corte fue donde los tres tratamientos obtuvieron sus mejores rendimientos de la temporada, observándose una

disminución en la segunda etapa de la temporada. Ello sin duda fue inducido por el crítico déficit hídrico que caracterizó al período estival en la zona. Además, es importante destacar que la biomasa medida en el bosque raleado y la pradera naturalizada fue similar tanto en el primer, como en el segundo corte.

La tasa de crecimiento en MS de la estrata herbácea de los tres tratamientos desde el 1 de octubre al 11 de diciembre (Figura N° 40) fue en el bosque sin intervenir de 6,8 kg/ha/día, en el bosque raleado de 40 kg/ha/día y en la pradera naturalizada de 46 kg/ha/día. Como se señaló anteriormente, en la evaluación del mes de marzo se apreció que los tres tratamientos registraron una disminución importante en su tasa de crecimiento. Sin embargo, el tratamiento que registro la tasa mas elevada de crecimiento en MS en este periodo fue el bosque raleado con 9,6 kg/ha/día, mientras que la pradera naturalizada obtuvo valores de menos de la mitad.

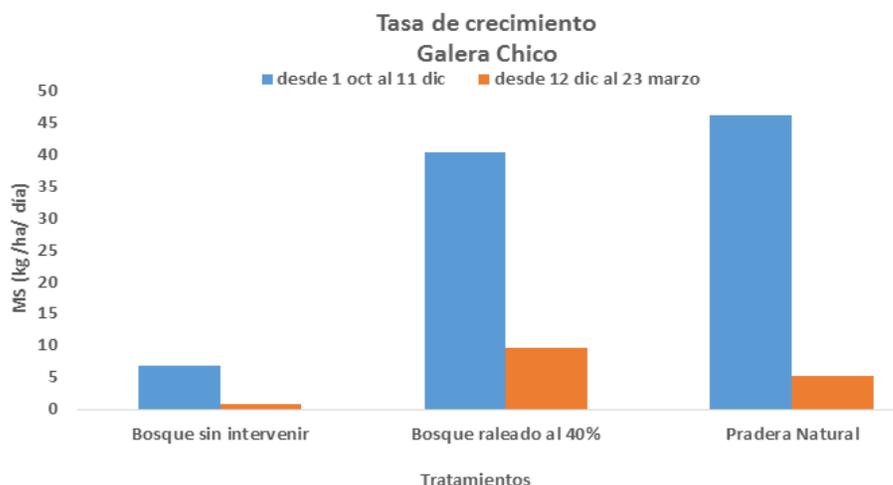


Figura N° 40
TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO DIARIO
GALERA CHICO

En relación a la composición botánica (Cuadro N° 36), en todos los tratamientos de este sitio experimental se aprecia que dominan las especies gramíneas, tanto en el primer, como en el segundo corte. Además existe alguna presencia de leguminosas en el bosque raleado (casi 13% en el primer corte) y muy poco en la pradera naturalizada (menos de 2%). Además, se aprecia una cantidad importante de material muerto para los tres tratamientos en el segundo corte, particularmente en la pradera naturalizada (75% de la biomasa presente).

Cuadro N° 36
COMPOSICIÓN BOTANICA DE LA ESTRATA HERBÁCEA
GALERA CHICO

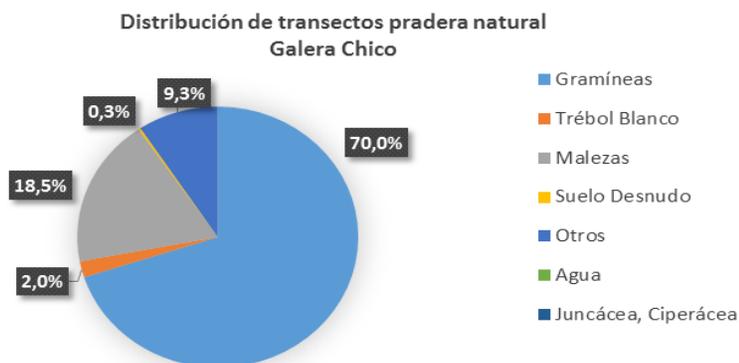
Tratamiento	Corte	Gramíneas	Leguminosas	D. León	O. Malezas	M. Muerto
		(%)				
Bosque sin intervenir	1°	56,6	0,0	16,9	18,6	7,9
	2°	58,9	0,0	3,0	24,7	13,4
Bosque raleado	1°	59,3	12,9	22,1	3,5	2,1
	2°	57,6	5,7	0,1	2,6	34,1
Pradera Natural	1°	61,4	1,4	29,9	1,3	6,0
	2°	22,2	1,6	0,0	0,0	75,6

En cuanto a los resultados obtenidos de la medición de transectos, en el sitio de Galera Chico se observa que en la pradera naturalizada la gran mayoría de las especies presentes pertenece al grupo de gramíneas (70%), particularmente *Poa pratensis* (poa) y *Holcus lanatus* (pasto miel) (Cuadro N° 37 y Figura N° 41).

**Cuadro N° 37
RESUMEN DE TRANSECTOS EVALUADOS
GALERA CHICO**

Categoría/ Tratamiento	Bosque sin Intervenir		Bosque Raleado		Pradera Naturalizada	
	Contacto	(%)	Contacto	(%)	Contacto	(%)
Gramíneas	55	13,8	140	35	280	70
Trébol Blanco	7	1,8	54	13,5	8	2
Malezas	28	7,0	54	13,5	74	18,5
Suelo Desnudo	13	3,3	32	8	1	0,3
Mantillo, hojarasca, rama seca, raíz o tocón, bosta, material muerto	297	74,3	120	30	37	9,3
Agua	0	0,0	0	0	0	0
Juncácea, Ciperácea	0	0,0	0	0	0	0
Total	400	100	400	100	400	100

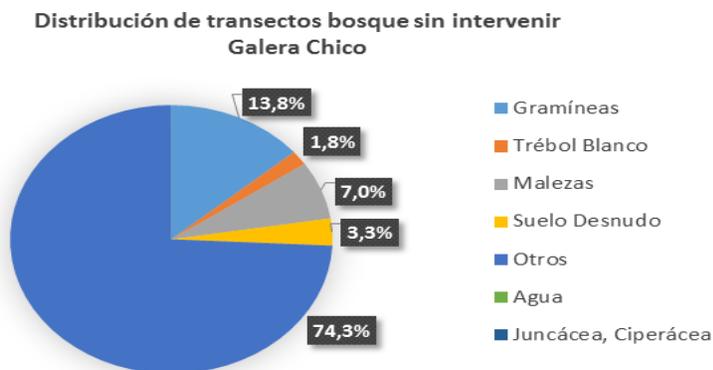
Para la pradera naturalizada se observa igualmente una cantidad importante de malezas de hoja ancha, en especial representada casi exclusivamente por el diente de león (*Taraxacum officinale*; 18,5 %). También se puede indicar que la cubierta vegetal es bastante homogénea, con muy escasa presencia de suelo desnudo (menos de 1%) y mantillo (cerca de 9% de la cobertura de la estrata).



**Figura N° 41
DISTRIBUCIÓN DE PARAMETROS EN TRANSECTOS PRADERA NATURALIZADA
GALERA CHICO**

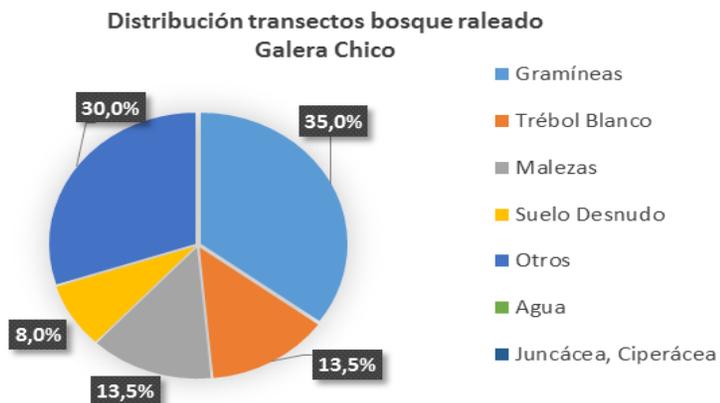
En el bosque sin intervenir (Figura N° 42) se aprecia que las gramíneas son esporádicas (13,8 %), generalmente representadas por plantas individuales, dispersas y con hábitos característicos de sectores sombríos (tendencia a etiolarse). La especie más frecuente en este sector es la poa. Las principales malezas presentes son cadillo (*Acaena sp.*), diente león (*Taraxacum officinale*), y vinagrillo (*Rumex acetosella*) (presencia promedio de 7 %) La

mayor presencia corresponde a las categorías de hojarasca, rama seca, raíz/tocón y material muerto (total de 74,3%).



**Figura N° 42
DISTRIBUCIÓN DE PARAMETROS EN TRANSECTOS BOSQUE SIN INTERVENIR
GALERA CHICO**

En el sector del bosque raleado o manejado (Figura N° 43), la cubierta herbácea tiene mayor diversidad. Un componente mayoritario lo constituyen las especies gramíneas (*Holcus lanatus*, pasto miel, y *Dactylis glomerata*, pasto ovido) con un 35 %. La presencia del componente “otros”, constituido por raíz/tocón, hojarascas y material muerto representa otro 30 %, mientras que las especies leguminosas, particularmente el trébol blanco (*Trifolium repens*) llegan a un 13,5%. Algunas malezas; helechos, frutilla (*Fragaria chiloensis*) y diente león aportan otro 13,5% de los contactos registrados. También se encuentra una parte de suelo desnudo la que alcanza a un 8%.



**Figura N° 43
DISTRIBUCIÓN DE PARAMETROS EN TRANSECTOS BOSQUE RALEADO
GALERA CHICO**

Estos transectos son importantes al momento de extrapolar los datos de producción de materia seca obtenidos en jaulas, ya que entregan información respecto de cobertura y permiten de alguna manera ponderar las cifras obtenidas. Ello se analiza en el resumen de las tres temporadas.

- Tercera Temporada

En esta temporada se aprecia nuevamente el fuerte efecto que tiene la apertura del bosque sobre el incremento en la producción y presencia de la estrata herbácea, junto a su mayor cobertura. En el bosque no intervenido en esta localidad hay mayor presencia de herbáceas, a pesar de que está en promedio presente solo en un 22% de la superficie muestreada. Ello sube a un 62% en el caso del bosque intervenido y a 91% en la pradera abierta, sin bosque.

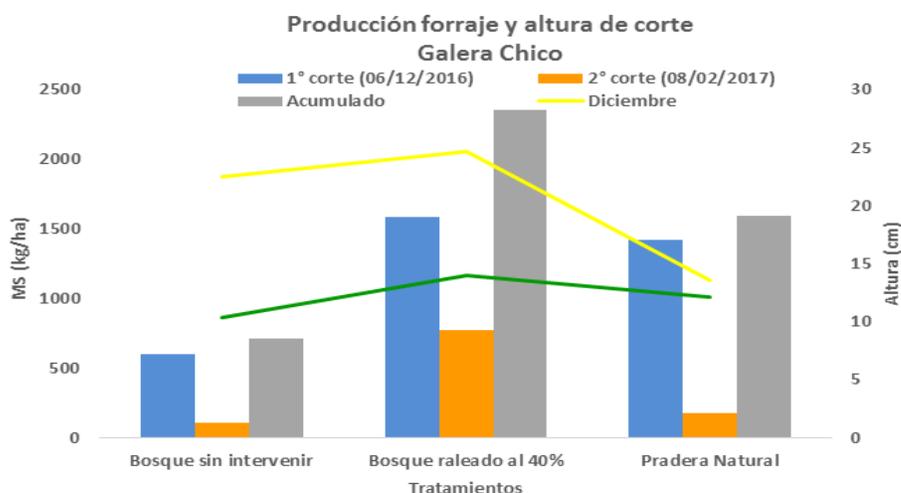


Figura N° 44
PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y ALTURA DE LA ESTRATA HERBÁCEA GALERA CHICO

En la Figura N° 44 se muestran las producciones de materia seca medidas en dos mediciones realizadas en la temporada 2016-2017 en Galera Chico. Dadas las condiciones de esta temporada de crecimiento, aún a fines del mes de marzo se observa crecimiento vegetal, por lo que una última medición de abril complementará los valores de producción totales. En la tercera temporada, en esta localidad el tratamiento con intervención del bosque presentó incluso más producción en jaulas que la pradera abierta, lo que se podría explicar probablemente por una constancia de buenas condiciones de humedad en el suelo, frente a la mayor variabilidad en el sector expuesto. Obviamente es necesario ponderar la producción registrada en jaulas por algún indicador de cobertura, lo que se intenta en el punto siguiente.

Cuadro N° 38
COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA ESTRATA HERBÁCEA TEMPORADA 2016 - 2017 GALERA CHICO

Tratamiento	Corte	Gramíneas	Leguminosas	D. León	O. Malezas	M. Muerto
		(%)				
Bosque sin intervenir	1°	51,42	0,00	19,41	23,31	5,86
	2°	42,60	5,84	7,62	31,69	12,25
Bosque raleado	1°	50,17	9,70	35,32	2,11	2,70
	2°	51,65	24,70	15,95	0,72	6,98
Pradera Natural	1°	44,30	0,57	39,93	3,55	11,68
	2°	40,50	2,15	33,93	6,38	17,03

En el Cuadro N° 38 se muestra la composición botánica de la estrata herbácea para la tercera temporada de mediciones Galera Chico. El componente principal corresponde siempre a gramíneas, aunque el diente de león es igualmente un aporte, sobre todo en el primer corte, donde llega a casi 40% en la pradera abierta y 35% en el bosque intervenido. Las leguminosas, especialmente trébol blanco, fueron muy importantes en el bosque intervenido, llegando a casi 25% de la materia seca en el segundo corte, lo que tiene implicancias sobre el valor nutritivo del forraje.

- Resumen Tres Temporadas

En el Cuadro N° 39 se muestra en forma resumida la productividad de la estrata herbácea bajo las tres condiciones experimentales. El bosque sin intervenir tiene siempre la producción menor en herbáceas, debido al mayor sobreamiento y competencia que ello implica para especies cercanas al suelo del bosque. Con solo 150 a algo más de 700 kg/ha de MS equivalentes medidos en jaulas, el aporte a consumo animal es muy bajo. Si se considera que cerca del 78% de la superficie no tiene estrata herbácea en estas condiciones, se llega a valores máximos de cerca de 150 kg/ha, lo que permitiría sustentar una unidad animal de 500 kg de peso vivo con una utilización del 50% por menos de 1 semana al año.

Para el bosque intervenido, que registra producciones ed MS en la segunda temporada de 3.800 kg/ha aproximadamente, al ponderar por la proporción medida de cobertura estimada de herbáceas (alrededor de 62%), se tiene que la estrata herbácea podría aportar del orden de 2.400 kg/ha. En este caso, considerando además una utilización de, por ejemplo 50%, el consumo potencial por animales herbívoros podría ser de alrededor de 1.200 kg/ha. Lo anterior, podría significar que esta situación permitiría mantener una unidad animal (1 vaca de 500 kg de peso vivo) por alrededor de 95-100 días en 1 ha de superficie.

**Cuadro N° 39
RESUMEN DE PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA EN JAULAS DE EXCLUSIÓN
GALERA CHICO**

Tratamiento	Temporada			Acumulado 3 años	Promedios ± desvíos
	2014-15	2015-16	2016-17		
	(MS (kg/ha))				
Bosque sin Intervenir	158	574	713	1.445	482 ± 289
Bosque Raleado	1.358	3.859	2.360	7.577	2.526 ± 1.259
Pradera Naturalizada	1.069	3.815	1.597	6.481	2.160 ± 1.457

En el caso de la pradera naturalizada abierta (sin bosque), se tiene producciones similares en jaulas en la misma temporada, pero este sector solo presentaba alrededor de 9% de incidencia de superficie con suelo desnudo o material no ligado a componentes vivos vegetales. Se tendría así en MS aproximadamente 3.400 kg/ha de producción en la estrata herbácea. Con una utilización estimada de 60% se tiene una disponibilidad para consumo estimada en cerca de 2.100 kg/ha. Considerando parámetros similares al caso anterior, la pradera podría sustentar la misma unidad animal por alrededor de 160-170 días.

Comparado con la localidad de Balmaceda, los suelos de este sector presentan menos limitaciones de acidez y su potencial productivo de praderas es algo superior. Por ejemplo, mediante correcciones de azufre y fósforo se podría llegar fácilmente a producciones de MS de 5 - 6 t/ha en la pradera abierta, lo que aumentaría sustancialmente la capacidad de carga animal. Es probable que en condiciones de bosque raleado también pueda incrementarse la producción forrajera, situación que debería ser estudiada, como también las implicancias para el bosque.

5.3. Bases de un Estudio Técnico para Bosques de Ñirre

Como se comentó anteriormente, no es habitual aún la elaboración de los estudios técnicos en bosques de ñirre necesarios para la preparación de los planes de manejo para la implementación de sistemas silvopastorales en estos bosques. Estos planes de manejo deben ser previamente aprobados por la autoridad forestal pertinente para poder iniciar los trabajos y su cumplimiento es determinante para la sustentabilidad de los bosques intervenidos.

La experiencia reunida en la implementación de los sistemas silvopastorales en Balmaceda y en Galera Chico, sumada a toda la información procedente de investigaciones anteriores de INFOR, permitió elaborar bases para la realización de estudios técnicos en bosques de ñirre, las actividades necesarias y los contenidos a incorporar para facilitar la elaboración y aprobación de los planes de manejo. Todo esto con el enfoque de la implementación de sistemas silvopastorales.

Estas bases se incluyen como documento separado en Apéndice N° 6.

5.4. Pautas de Manejo Silvopastoral para Bosques de Ñirre en la Región de Aysén

Al igual que para las bases de estudios técnicos, sobre la base de los resultados obtenidos en este trabajo y en investigaciones anteriores de INFOR ha sido posible plantear las pautas mínimas a considerar para la sustentabilidad económica, social y ambiental de los bosques de ñirre manejados bajo sistemas silvopastorales.

Las pautas elaboradas con el fin indicado se incluyen como documento separado en Apéndice N° 7.

5.5. Difusión de los Resultados

Desde la etapa inicial de selección de los lugares donde se iban a implementar los sistemas silvopastorales, establecidos finalmente en Balmaceda y Galera Chico después de visitar varios predios en la región, se ha desarrollado un intenso programa de difusión de las investigaciones, sus objetivos y sus ventajas.

Los sistemas silvopastorales permiten a los propietarios manejar sus bosques en forma sostenible, obteniendo inicialmente productos madereros y después periódicamente, manteniendo la continuidad de la cubierta arbórea, y además mejorar sus prácticas ganaderas tradicionales, dado que pueden incorporar sus animales para pastoreo en el bosque. Se trata de un sistema integrado de producción en el que se integran las componentes bosque, pradera y ganado beneficiándose mutuamente.

Los sistemas silvopastorales son así una alternativa valiosa para el manejo de bosques de ñirre, muy especialmente para pequeños propietarios cuyos predios habitualmente son de reducidas extensiones.

Las actividades de difusión y transferencia de las experiencias reunidas en estos trabajos han puesto especial atención en el mencionado segmento de propietarios, pero se han hecho extensivas a todos los grupos de interés en la región; profesionales de los servicios del Agro, consultores, extensionistas, estudiantes, propietarios, empresas y otros.

Múltiples han sido las actividades de difusión y transferencia; días de campo, charlas técnicas, visitas a los lugares de ensayo, seminarios, congresos nacionales e internacionales, variadas publicaciones técnicas, apariciones en los medios escritos y hablados, y otras.



Además de las variadas actividades de difusión y transferencia realizadas principalmente en terreno, destacan jornadas técnicas, congresos y publicaciones:

-Jornadas Técnicas del FIBN en Punta Arenas y Coyhaique.

-Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales y III Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles 2015 en Iguazú, Argentina.

-World Congress Silvo-Pastoral Systems 2016 en Evora, Portugal.

-Congreso Internacional Agroforestal Patagónico 2016 en Puerto Natales, Chile, organizado por INFOR.

-Taller Internacional de Uso Multipropósito de los Bosques de Ñirre en la Región de Aysén, organizado por INFOR en Coyhaique.

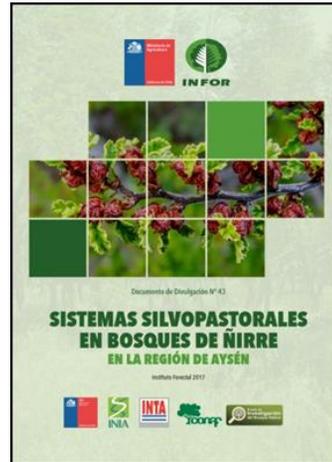
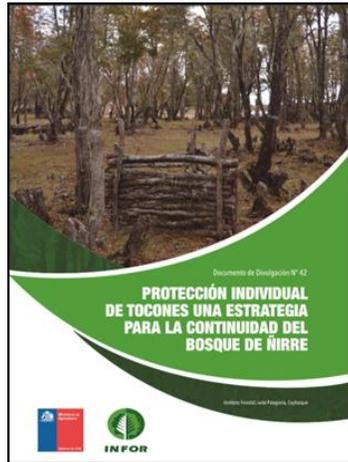
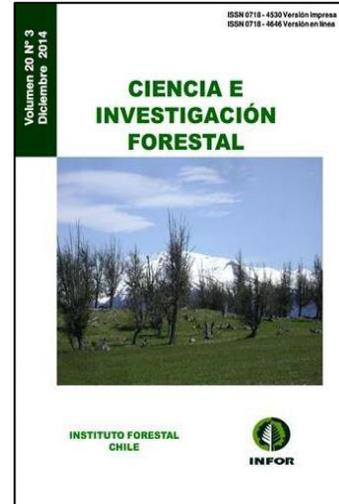
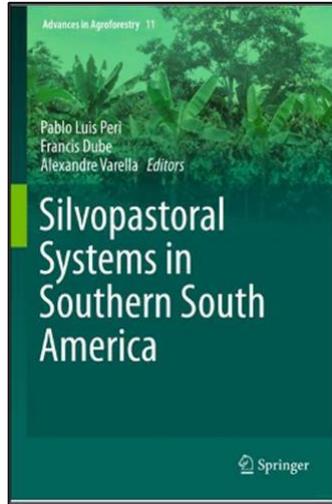
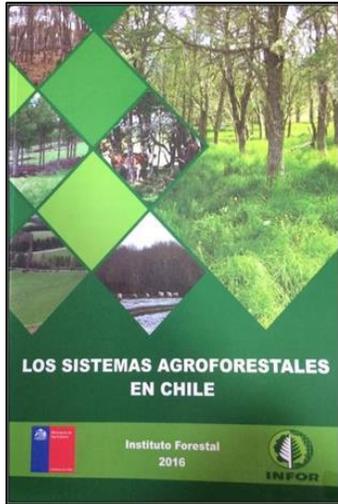
Todos encuentros técnicos en los que se presentaron avances y resultados de los ensayos en la región de Aysén, que fueron analizados y discutidos en las sesiones técnicas.

-Libro Silvopastoral Systems in Southern South America, editado por Springer, que incluye el capítulo Silvopastoral Systems in the Aysén and Magallanes Regions of the Chilean Patagonia elaborado por el equipo técnico de INFOR.

-Libro Los Sistemas Agroforestales en Chile editado por INFOR que muestra y analiza los sistemas agroforestales en el país, desde aquellos con especie del género *Prosopis* en el Norte Grande hasta los bosques de la Patagonia.

-Diferentes artículos científicos en la revista Ciencia e Investigación Forestal de INFOR.





6. DISCUSIÓN

6.1. Estructura Forestal y Raleos

Los raleos sucesivos en bosques de ñirre en épocas tempranas son relevantes para concentrar el crecimiento en individuos selectos, evitando la competencia y muerte natural. Es posible aplicar estos tratamientos silvícolas acogiéndose a Ley N° 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, que incentiva el manejo de ñirrantales, y así rejuvenecer este tipo de formaciones.

Los raleos se aplicaron en diferentes intensidades, pero cercanas a las que se recomienda en sistemas silvopastorales dentro de bosques de ñire en Patagonia Sur (Peri *et al.*, 2009). Se trata de raleos por lo bajo que removieron un 45% del área basal original, cosechando un total de 99 m³/ha en una condición de ñirrantal más seco, Galera Chico, ubicada en la transición del bosque con la estepa patagónica. Mientras que en una condición de mallín temporal, Balmaceda, se realizó un raleo más moderado que removió el 37% de AB original, cosechando un total de 85,9 m³/ha. Información de producción de leña después del raleo en la zona de Esquel, Argentina, es reportada por Hansen (2004), quien obtuvo 130 m³/ha.

La estructura forestal de los bosques estudiados demuestra una respuesta positiva ante este tipo de intervenciones silvícolas. Hecho demostrado por un incremento en los valores de crecimiento medio anual en diámetro del bosque manejado de 0,57 ($\pm 0,3$) y 0,3 ($\pm 0,05$) cm/año para los sitios Galera Chico y Balmaceda, respectivamente, en comparación al bosque sin manejo donde solo se registraron incrementos de 0,13 ($\pm 0,10$) cm/año y 0,15 ($\pm 0,01$) cm/año para los mismos sitios, respectivamente.

El valor observado en el raleo silvopastoral de Galera Chico es incluso mayor a lo informado por Schmidt *et al.* (1995), en un renoval raleado de *Nothofagus pumilio* en Monte Alto (XII Región, Chile) de 35 - 40 años de edad, donde se registraron incrementos en diámetro de 0,52 cm/año.

En la Provincia de Chubut (Argentina) un trabajo de Sarasola *et al.* (2008) muestra una buena respuesta en el crecimiento de ñirrantales raleados, registrando un aumento en el crecimiento diamétrico hasta un 200%, e Ivancich *et al.* (2011) encontraron incrementos diamétricos luego de una temporada de crecimiento de 0,21 ($\pm 0,05$) cm/año y 0,23 ($\pm 0,02$) cm/año para la menor y mayor intensidad de raleo, respectivamente, contrastando contra 0,13 ($\pm 0,02$) cm/año del rodal testigo, valor similar al entregado por este proyecto.

6.2. Cobertura de Copa y Análisis Lumínico del Dosel

Existe discrepancia en la actualidad sobre qué indicadores son los que más se relacionan con la respuesta de los árboles al manejo silvopastoral. En particular existe insuficiente información acerca de la respuesta de los bosques de ñirre ante la realización de este tipo de manejo (Ivancich *et al.*, 2010; 2012; Peri *et al.*, 2012; 2013; Martínez Pastur *et al.*, 2013a; 2013b). El seguimiento de parcelas permanentes permite conocer la evolución y respuesta de los árboles a las intervenciones silvícolas, y frente a eventos naturales (bióticos o abióticos) que puedan afectar su estructura forestal (Ej. plagas) (Martínez Pastur *et al.*, 2013a), así como cuantificar otras variables de alto impacto sobre la productividad del dosel arbóreo y del sotobosque (Bahamonde *et al.*, 2013; 2015).

El uso de fotografías en el estudio de bosques ha presentado grandes ventajas, en especial en ensayos. Para el caso de las unidades estudiadas permitió describir la situación de cobertura del dosel antes y después del raleo. La cobertura que se obtuvo antes de la intervención fue 72,5% y 71,4% para los sitios Galera Chico y Balmaceda, respectivamente. Soler *et al.* (2010) registraron una cobertura de copa (CC) del 85% para bosques secundarios en Tierra del Fuego (Argentina). En bosques primarios de ñirre sin manejo de la provincia de Santa Cruz (Argentina) con DCM entre 20 y 27 cm se han registrado CC de entre 90 y 98% (Peri *et al.*, 2005).

Menores registros de CC entregan Ivancich *et al.* (2010) quienes registran coberturas entre 57,9 y 63% para bosques de ñirre sin intervención silvícola. Esta menor cobertura del ensayo puede estar relacionada a una presión ejercida por el ganado doméstico que históricamente hace uso del bosque. En ambos sitios (Galera Chico y Balmaceda) posterior al raleo los parámetros cambiaron moderadamente a cerca de 46% de cobertura de copa, parámetros más moderados a los propuestos por Peri *et al.* (2009), quienes recomiendan en sitios con un régimen de precipitación favorable o ñirrantales con alturas dominantes superiores a los 8 m, usar una intensidad máxima de raleo que considere una CC remanente de 30-40%.

La cobertura de copa tiene directa relación con las variaciones en los régimen lumínicos al interior del bosque, que provocan cambios en la composición de las especies de los estratos inferiores, principalmente en el sotobosque o estrata herbácea a través del tiempo. Una de las variables microclimáticas más relevantes en los sistemas silvopastoriles es la cantidad de luz disponible para las plantas del sotobosque, la cual estará relacionada inversamente con la cobertura de copas del estrato arbóreo y dependerá de la estructura y tipo de bosque, ángulo solar y tipo de radiación (Morecroft *et al.*, 1998; Carlson y Groot, 1997).

Para cuantificar estas variaciones las fotografías hemisféricas entregaron valiosa información de los índices lumínicos que son directamente utilizados por los vegetales para sus procesos de respiración y fotosíntesis. La radiación solar difusa (ISF) que llega al bosque raleado es superior al 60% para ambos sitios en comparación de solo el 30% que llega al piso del bosque sin intervención.

Teniendo en cuenta que los factores de radiación lumínica del bosque son fluctuantes entre temporadas, días e incluso horas. En condiciones de campo las plantas experimentan fluctuaciones de irradiación directa (pleno sol) y difusa (cielo con nubes) (Carlson y Groot, 1997), lo cual influye en la interceptación de la radiación por medio de la copa de los árboles.

Por ejemplo, Peri *et al.* (2006) encontraron que en una misma plantación de *Pinus sp.* la transmisividad disminuyó de 62% en días de sol pleno a 58% en días nublados, ya que las partículas de las nubes dispersan los rayos solares en diferentes direcciones y por lo tanto la interceptación de radiación de las copas es menor. Es necesario considerar estos parámetros como fundamentales al aplicar esquemas silvícolas y tomar decisiones sobre el bosque residual.

6.3. Continuidad del Estrato Arbóreo

La continuidad del bosque en el marco del manejo silvopastoral es primordial, razón por la que se estudiaron distintas formas para mantener la cobertura del bosque a largo plazo. Para conocer la ecología de la especie ñirre y aportar con información que permita dar continuidad al estrato arbóreo en el marco de sistemas de producción mixto silvopastoral, fue necesario conocer los medios de propagación sexual y asexual de las especies (Salinas, *et al.*, 2014), el estudio de las semillas (Salinas, *et al.*, 2014; Bahamonde *et al.*, 2011), de regeneración natural en bosques bajo pastoreo (Salinas, *et al.*, 2015) y regeneración agámica por rebrotes de tocones.

El tamaño de las semillas (peso de 1.000 semillas, ISTA) varió entre los años de medición, confirmando la variación interanual en el tamaño entre sitios y años registrada por (Bahamonde *et al.* 2011). Se registraron tamaños de 1,27 g, 1,45 g, 0,76 g, para los años 2014, 2015 y 2016, respectivamente, en el sitio de Balmaceda y 1,63 g, 0,76 g en los años 2015 y 2016, respectivamente en el sitio de Galera Chico. Valores dentro del rango fueron informados para la especie en otras latitudes por (Bahamonde *et al.*, 2011; Premoli, 1991). Bajo esta lógica se podría pensar que el tamaño de las semillas de ñirre evaluadas por el proyecto es homogéneo a nivel de sitios. Hecho relevante es el valor de tamaño de semilla para el año 2015, con registros inferiores a 1,0 g en ambos sitios, que coincidió con la nula capacidad germinativa en la época de siembra.

En relación a la capacidad germinativa, ñirre posee baja capacidad de germinar bajo los tratamientos evaluados en el proyecto, no obstante, son los valores más altos registrados en territorio nacional con máximos de 28% cuando se estratifican a 4 °C en arena húmeda por 45 días. La reducida capacidad germinativa es confirmada por estudios de Premoli (1991) en poblaciones argentinas, donde después de la estratificación fría se alcanzó un 18,4%, mayores valores fueron publicados por Donoso y Cabello (1978) en Chile, obteniendo una CG de 20,6%.

La baja capacidad germinativa puede tener sus orígenes en factores genéticos, como lo demostró el estudio de tres poblaciones de ñirre mediante electroforesis isoenzimática (Quiroga *et al.*, 2005), procedimiento que indicó la deficiencia de individuos heterocigotos dentro de estas poblaciones, lo que sugiere la existencia de reproducción entre individuos cercanamente emparentados (endogamia biparental), lo que en la regeneración natural ocurriría por el establecimiento de semillas emparentadas en las cercanías del árbol semillero.

Salinas *et al.* (2014) indican que uno de los factores que limitan una adecuada germinación en ñirre es el ataque que sufren las semillas por plagas, hecho que se acentúa en la zona transición entre el bosque y la estepa. Premoli (1991) expone que la baja germinación se debe principalmente a la ausencia de embriones viables en las semillas, provocando partenocarpia por tratarse probablemente de un año de escasa floración (Poole, 1950). Otros autores la atribuyen a insectos (Gentili y Gentili, 1988), tumores por ataque de bacterias, hongos y virus (Braun, 1969).

Otra de las estrategias estudiadas para lograr la perpetuidad del bosque, es la propagación asexual. Uno de los estudios correspondió al arraigamiento de estacas en camas calientes. En el primer ensayo se probaron altas concentraciones de auxinas desde 2000 ppm a 8000 ppm. El valor máximo de enraizamiento fue de 73% con el uso de IBA ROOT mr 2000 ppm polvo que es un enraizante hormonal que contiene Acido 3 - Indol butírico como agente activo. En este ensayo se logró determinar que altas concentraciones de la hormona reducían el porcentaje de enraizamiento de estacas de ñirre. Efecto similar se observó en un estudio de enraizamiento de estacas de *Nothofagus glauca* (Hualo), en donde se apreció que las concentraciones superiores generaban una respuesta menor a la formación de raíces (Santelices y Cabello, 2006). El segundo estudio considero bajas concentraciones de auxina (desde 0 a 2000 ppm), en este trabajo el máximo enraizamiento se consiguió con una concentración de 500 ppm con solo 23% de estacas enraizadas.

En el tercer ensayo se agregó la variable tiempo de evaluación (15, 30, 45, 60 y 90 días después de instaladas en la cama caliente), encontrándose un incremento de enraizamiento a medida que aumentaba el tiempo de evaluación, hasta llegar a un máximo de 53% (500 ppm) a los 60 días de evaluación. Estos resultados entregarían antecedentes suficientes para utilizar una concentración de 500 ppm, la misma concentración que recomiendan Vidal *et al.* (2009) para propagar guindo santo (*Eucryphia glutinosa*).

6.4. Regeneración Natural

Se estudió la regeneración natural en parcelas permanentes al interior de las unidades demostrativas al momento de establecimiento de las plantas en el mes de diciembre y, al final de la temporada, se evaluó el porcentaje de supervivencia en el mes de abril (Bahamonde *et al.*, 2011). En la primera temporada de evaluación fue posible encontrar sobre 20.000 plantas/ha en el sitio de Balmaceda y sobre 10.000 plantas/ha en el sitio Galera Chico, sin embargo, existió nulo porcentaje de supervivencia en el mes de abril.

En la segunda temporada no fue posible encontrar regeneración natural en ambos sitios, hecho que coincide con el menor tamaño de semilla y nula capacidad germinativa de la semilla en dicha temporada. Esta respuesta también es atribuible a dos temporadas de crecimientos con un alto déficit hídrico, donde se registró un -81% de déficit de lluvias en Balmaceda, el más alto del país y la temporada más seca de los últimos 50 años. Según Hansen *et al.* (2008) la proliferación de plántulas a partir de germinación de semillas es muy abundante en sitios más húmedos y bajo las copas. En sitios semiabiertos, con gran presencia de gramíneas y elevada evaporación en verano, la sobrevivencia es escasa y se pierde un 90%, de las plantas supervivientes en lo que influye también el pastoreo.

Estudios realizados por Bahamonde *et al.* (2011) consideran que la instalación de plantas se vio favorecida en los rodales con uso silvopastoral respecto a bosques primarios, no obstante, la supervivencia fue muy baja o nula en todas las situaciones estudiadas y podría estar relacionada con una combinación de alta producción y germinación de semillas. Esta baja o nula respuesta de las plantas de ñirre al ambiente ha sido también documentada para distintos usos y ubicaciones geográficas de bosques de ñire en Patagonia (Tejera *et al.* 2005; Bahamonde *et al.*, 2011; Soler, 2011).

Una de las estrategias de regeneración de la especie es la propagación vegetativa. Promis *et al.* (2016) plantean esta estrategia como rasgo funcional de la especie para supervivencia y mantención. Peri *et al.* (2009) informan tres vías de reproducción asexual; brotes desde raíces, acodos, y rebrote de tocones. Esta última vía fue estudiada en este trabajo y busca proponer una alternativa para mantener el estrato arbóreo del bosque a través de la protección individual de tocones. Se trata de dispositivos preparados *in situ*, con alambre, malla y estacas obtenidas del bosque o de residuos de raleo, cuya función es proteger los rebrotes del ramoneo de ganado y de herbívoros silvestres hasta que estos llegan a una altura que los pone fuera del alcance de los animales. Dependiendo del tipo de animal puede variar la altura de estos dispositivos, para ganado vacuno es de unos 2,5 m.

Se probaron 3 diseños para la construcción de los protectores y todos ellos reducen en alguna medida los daños por ramoneo, resultando el más eficiente el que incluye malla que prácticamente los anula. El testigo en tanto, sin protección, registra daños de hasta 75% y 90% en la condición húmeda de Balmaceda y la seca de Galera Chico, respectivamente.

Peri *et al.* (2009a) estiman que el número de tocones a proteger debiera ser 2 a 5/ha/año hasta asegurar el reemplazo total de los individuos en fases de envejecimiento o desmoronamiento (árboles con edades superiores a los 150-180 años) y hasta lograr la densidad final definida en cada mancha de bosque homogéneo. En el caso de los ñirrales que se encuentran en la zona de transición con la estepa, estos autores consideran la protección de hasta 250 árb/ha, mientras que en ñirrales creciendo en zona más húmedas se debería proteger un mínimo de 150 árb/ha.

El momento límite para iniciar las tareas de protección de renovales es cuando una mancha de bosque de los potreros bajo pastoreo se encuentra en fase de desmoronamiento, con el 50% de las copas de árboles individuales muertas o cuando el bosque posee un número de árboles inferior a lo establecido para garantizar la continuidad del estrato arbóreo (Peri *et al.*, 2009). Esto es consistente con lo que indican Promis *et al.* (2016) quienes señalan que dependiendo de la especie, la capacidad de rebrote puede estar influida por la edad de los árboles.

6.5. Áreas Potenciales para la Aplicación de Sistemas Silvopastorales en Bosques de Ñirre

Conocer la situación de los bosques de ñirre en la Región de Aysén y la presión de ganadería que estos soportan es de importante para saber el real estado de conservación de estas formaciones boscosas. En la zona patagónica de Argentina aproximadamente el 70% de los bosques nativos de ñirre tienen un uso silvopastoral, lo cual determina su importancia en la cadena de carnes ovina y bovina y en menor medida en la provisión de madera para diferentes usos, principalmente leña (Peri *et al.*, 2009).

En Chile no se cuenta con esta información, aunque se sabe que el ganado doméstico está inserto dentro del bosque de ñirre, usando diferentes ambientes, que le proporciona beneficios como protección en épocas de altas y bajas temperaturas o de fuertes vientos, además del alimento dado por la estrata herbácea y los brotes en primavera.

Salinas *et al.* (2016), en su estudio de caracterización de los ñirrales, hacen referencia a que en la comuna de Coyhaique el 90% de los predios tiene ganado integrado al bosque, y Veblen *et al.* (1996) describen al ñirre como una especie de gran plasticidad, ocupando sitios con exceso de humedad, como turberas y mallines, y sitios secos, como los de transición con la estepa.

Sin embargo, no en todos los sitios con bosques de ñirre es posible, adecuada o conveniente la implementación de sistemas silvopastorales. En el trabajo fueron propuestos criterios para definir las áreas potenciales para su aplicación de acuerdo a una serie de

factores, como tenencia de la tierra, estructura del bosque, capacidad de uso del suelo, topografía y otros, y este conjunto de criterios fue sometido a una consulta de expertos, profesionales, propietarios y otros grupos de interés, de los ámbitos público y privado.

Los resultados de la mencionada consulta llevaron a que en opinión mayoritaria se excluyeran del análisis de áreas potenciales para la aplicación de sistemas silvopastorales en bosque de ñirre los terrenos correspondientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, los suelos cuya pendiente es $> 30\%$ y aquellos cuya profundidad es < 25 cm, las turberas y los mallines permanentes y los bosques juveniles en etapa de brinzal o monte bravo.

Respecto de la capacidad de uso de los suelos, se consideró que las clases III, IV y VI serían las más adecuadas y no se consideró conveniente la práctica de sistema silvopastorales en aquellos suelos de clase VII por limitaciones de pendiente, pedregosidad y acceso.

En cuanto a las categorías de bosques, se plantean grandes dudas respecto de la aplicación de sistema silvopastorales en bosques adultos debido a que el ramoneo de animales compromete la regeneración natural. Este es un tema que debe ser resuelto considerando como parte integrante de los sistemas silvopastorales prácticas como la rotación de terrenos, la protección de tocones y de la regeneración por semillas, y si es necesario plantaciones suplementarias.

Otras dudas se relacionaron con la capacidad de los propietarios para establecer sistemas silvopastorales sostenibles y con la carga animal a que puedan ser sometidos los bosques. Al respecto, los sistemas deben contemplar cargas animales acordes con la capacidad forrajera de la estrata herbácea y en cuanto a la capacidad de los propietarios, indudablemente estos sistemas deben ser acompañados por asistencia técnica, difusión y transferencia tecnológica, tanto en lo que se refiere a la selección de los sitios y la formulación de los planes de manejo como a su seguimiento posterior.

7. CONCLUSIONES

7.1. Estructura Forestal y Raleos

La aplicación de raleos por lo bajo en bosques de ñirre permitió aumentar entre un 15 y 30% el diámetro cuadrático medio del bosque y producir incrementos anuales de área basal superiores al 200% en comparación con los bosques sin manejo.

Esto resultados confirman la positiva respuesta de estas formaciones naturales a la aplicación de esta intervención silvicultural como método para mejorar el bosque y fomentar su manejo.

Uno ámbito de preocupación al respecto es si los propietarios realizarán las actividades tendientes a mantener el estrato arbóreo o, por el contrario, tenderán a convertir el bosque en pradera.

Se plantea por tanto que cada actividad de intervención silvícola en el bosque lleve necesariamente asociadas prácticas silvícolas orientadas a asegurar la continuidad de la cubierta arbórea.

Ejemplo, realizar el raleo y después instalar anualmente por cada hectárea intervenida al menos 5 protectores de tocones que aseguren su regeneración por rebotes. Esta es una práctica que debe estar contemplada en el plan de manejo.

El raleo trae beneficios inmediatos en términos de madera (leña, estacas, otros) y la protección de tocones ofrecerá beneficios futuros dados por la sustentabilidad del sistema.

Se entregan información de costos de las intervenciones silvícolas y de la construcción de protectores individuales de tocón, información demandada por los organismos de aplicación de la normativa forestal vigente. Los costos asociados al manejo bajo un “escenario óptimo” se estimaron en UTM 26,87/ha y bajo un “escenario tradicional” en UTM 13,47/ha.

El costo de preparación e instalación de protectores de tocón en tanto se estimó en UTM 1,53/ha/año, empleando aquellos construidos con malla que son los más eficientes.

Es necesario conocer el ciclo completo de intervenciones silvícolas para el bosque de ñirre, el proyecto plantea la intervención raleos en etapas juveniles, pero es necesario generar la información biométrica para proponer técnicas silvícolas para todo el ciclo, información ya existente para lenga (*Nothofagus pumilio*).

La aplicación de fotografías hemisféricas es una herramienta que permite en forma económica y rápida, estimar estas variables de cobertura y radiación del rodal, pudiendo aplicarse en una amplia gama de condiciones. El uso de estos indicadores puede ser útil para diseñar nuevas estrategias de manejo silvícola al predecir la respuesta del bosque ante diferentes daños bióticos y abióticos.

7.2. Estrata Herbácea y Carga Ganadera

Se presentan datos de producción de la estrata herbácea en tres temporadas de crecimiento, información que no era conocida hasta ahora y que servirá para la aplicación de sistemas silvopastorales sustentables en la región.

Existe un notable efecto de la intervención del bosque sobre el desarrollo de la estrata herbácea. Ya al segundo año se aprecia un aumento de disponibilidad de materia seca en el bosque raleado, destacando el importante efecto de abrir el dosel, permitiendo el ingreso de luz hasta el piso del bosque. En el bosque no intervenido el aporte de materia seca de herbáceas es bastante bajo.

La pradera en el bosque raleado no es homogénea y, aunque en las jaulas se obtienen producciones de forraje similares a la pradera exterior, la cobertura de la misma es muy inferior. Ello hace que la capacidad de sustentación animal del bosque raleado sea inferior a la de la pradera abierta. Igualmente hay que considerar que la comparación se está realizando con una pradera naturalizada bastante degradada, por lo que potencialmente la diferencia favorecería a la pradera sin bosque.

Es importante seguir evaluando el desarrollo de la pradera bajo bosque, ya que aún se encuentra en una fase de colonización de nuevos espacios. Asimismo es interesante poder evaluar el efecto animal y el comportamiento de los mismos en condiciones de bosque (preferencias, efecto de sombreado, otros aspectos). Igualmente habría que evaluar otras intervenciones que pudieran incrementar la productividad de los sistemas, por ejemplo la corrección de fertilidad. Habría que ver la conveniencia de esa vía, considerando los efectos en los árboles, como también en la artificialización del ecosistema mismo.

En base a las producciones de forraje medidas en jaulas, la cobertura estimada en transectos y la aplicación de niveles de utilización por parte de los animales, se estimó en forma muy preliminar una aproximación de la capacidad sustentadora de la situación con bosque raleado y la de la pradera. En la localidad de Balmaceda, se puede estimar que el bosque raleado podría sostener una carga animal aproximada (equivalente anual) de 0,15 UA/ha (unidades animales bovinas), mientras que la pradera degradada llegaría a 0,39 UA/ha. En el

caso de Galera Chico, se tienen valores de 0,26 y 0,46 UA/ha, respectivamente. En todo caso, debe tenerse presente que la utilización de estos sectores será generalmente estacional.

7.3. Continuidad del Bosque

Los resultados aportan al conocimiento de la especie con información sobre parámetros físicos y germinativos de la semilla. Los diferentes análisis demostraron una capacidad germinativa baja que no superó el 28% con pretratamiento de estratificación fría de 45 días, sin embargo este valor es el mayor registrado para la especie en el territorio nacional.

La regeneración natural del ñirre se ve favorecida en situaciones con mayor luminosidad (bosque manejado) y humedad (condición de mallín, Balmaceda), encontrándose abundante número de plantas por hectárea durante la etapa de establecimiento en primera temporada de evaluación (diciembre 2015). Sin embargo, en la etapa de supervivencia (abril 2016) no se encontró supervivencia de plantas.

En la siguiente temporada de evaluación no se encontró regeneración natural en las mismas etapas, debido con seguridad al efecto de sequía (80% déficit hídrico) en la temporada. No obstante, estos resultados corresponden solamente a dos años de evaluación, por lo que debería considerarse un horizonte de al menos 10 años para concluir sobre este importante aspecto.

La continuidad del estrato arbóreo bajo uso silvopastoral no puede asegurarse solo mediante la regeneración natural de sus semillas, por lo que es necesario aplicar otras técnicas silviculturales que permitan dar continuidad al bosque y al mismo tiempo soportar actividades de silvopastoreo.

La propagación asexual de la especie es una estrategia de estos bosques para perdurar en el tiempo, por lo mismo, el proyecto se abocó a buscar formas de propagación vegetativa, entre ellas la propagación por arraigamiento de estacas o esquejes, recomendándose para esto la utilización de la auxina ácido indolbutírico (AIB) en una concentración de 500 ppm para lograr resultados cercanos al 50% de enraizamiento.

Otra forma de dar continuidad al bosque es el rebrote de los tocones, pero bajo pastoreo del bosque estos deben ser protegidos para asegurar el crecimiento de sus rebrotes y para ello se propone el uso de protectores individuales de tocón. Se probaron tres diseños y se entregan los costos asociados a su elaboración e instalación, de modo que puedan ser considerados en la tabla de valores de la Ley 20.283 como una práctica objeto de bonificación.

Los costos unitarios para la construcción del protector individual de tocón son de UTM 0,19; 0,31 y 0,18 por unidad, para los modelos de Tradicional, Malla y Residuos de Raleo, respectivamente. Es necesario continuar con las evaluaciones de modo de instalar el conocimiento de la silvicultura de monte bajo entre los técnicos, ya que podría convertirse en una estrategia de mantención del ñirral bajo uso silvopastoral.

7.4. Superficie Potencial para Uso Silvopastoral

En la región de Aysén existe una superficie potencial de formaciones de ñirre para uso silvopastoral sostenible de 48.784 ha, distribuida en 9 de las 10 comunas regionales. Las comunas de Coyhaique, Lago Verde y Cochrane son las que poseen mayor superficie potencial para este uso.

Esta superficie se ha obtenido excluyendo aquellas formaciones de ñirre en condiciones de turberas, de mallines permanentes que abastezcan de agua a la población, ubicadas al interior del SNASPE, en sitios con pendientes superiores a 30%, sobre suelos

frágiles y someros con profundidades inferiores a 25 cm, en estados de desarrollo como brinzal y monte bravo, y algunas otras condiciones en la que no se considera recomendable aplicar silvopastoreo.

7.5. Propietarios de Bosque

Los productores asociados a los bosques de ñirre en su mayoría pertenecen al rango etario de adulto (40 - 65 años), poseen un buen estado de salud y han cursado estudios básicos completos.

En cuanto al manejo de sus recursos, consideran su actividad productiva como múltiple, realizando diferentes funciones ligadas a la actividad agrícola, ganadera y forestal. Solo el 50% apotrera sus campos.

La mayoría de ellos no controla la capacidad de carga animal en los ñirrales. La mayoría de ellos explota su bosque para obtener leña, postes y madera en este orden de importancia.

La entrevista que se les realizó en la comuna de Coyhaique indica que en el 90% de los bosques de ñirre de la comuna (32.066 ha) existe ganadería integrada al bosque, pero esta presencia de ganado al interior del bosque difiere del manejo silvopastoral, ya que no considera una planificación ni aspectos de sustentabilidad.

7.6. Conclusiones Generales

Los sistemas silvopastorales en bosques de ñirre ofrecen múltiples beneficios a los propietarios al integrar su tradicional actividad ganadera con la obtención de productos madereros provenientes del manejo del bosque. De esta forma se ofrece un sistema continuo que otorga ingresos anuales derivados de prácticas pecuarias e intermedios producto del manejo del bosque.

Es necesario concebir el manejo silvopastoral en bosques de ñirre bajo un enfoque de ordenamiento predial, considerando las distintas condiciones de la unidad predial. Bajo esta lógica no todo el bosque de ñirre está sujeto a manejo silvopastoral, se deben considerar bosques de protección a aquellos rodales que se encuentren asociados a cuerpos de agua, sectores de alta pendiente (> 30%), ñirrales creciendo en condiciones de sitio adversas, como suelos delgados, estrés hídrico severo, límite altitudinal, turberas y pomponales.

Sería muy conveniente conformar una instancia interinstitucional que aborde el tema de la ganadería en bosques de ñirre con el objeto de consensuar, establecer y fomentar pautas mínimas para la implementación de silvopastoreo, propiciar investigación, articular a los tomadores de decisiones y otros aspectos. En esta instancia podrían participar SEREMI, CONAF, INFOR, INIA, INDAP, SAG, Universidades, otras.

Se hace necesario investigar los sistemas silvopastorales en ñirre con una estrategia de largo plazo, considerando temas centrales como la escala, el manejo del ganado y la regeneración natural. Se debieran abordar temas como:

- Continuidad del estrato arbóreo y evaluación de largo plazo de la regeneración natural bajo uso silvopastoral y los factores bióticos y abióticos que tienen relación con la permanencia de las plantas.
- Estudios a escala real de producción (predio - paisaje), donde es necesario considerar otro tipo de variables, especialmente en el componente de manejo animal.
- En el componente forestal evaluar el ciclo completo de intervenciones silvícolas.

- Crear y difundir conocimiento sobre inventario forestal de los bosques de ñirre.
- Valor agregado de los productos madereros, no madereros y ganaderos.
- Cuantificación de los servicios ecosistémicos de sistemas silvopastorales.
- Diseño regional de principios de conservación y manejo de la biodiversidad.
- Desarrollar sistemas de monitoreo a través de indicadores de fácil medición y que abarquen aspectos productivos, socioeconómicos y ambientales.
- Métodos sencillos y prácticos para que los productores puedan aplicar las pautas de manejo silvopastoral.
- Dinámica de los ñirrales ante los escenarios de cambio climático.
- Manejo animal en sistemas silvopastorales.
- Método de fácil uso para evaluación de oferta forrajera que permita ajustar carga animal en planes de manejo silvopastoral.

8. RECONOCIMIENTOS

Al Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN) por el financiamiento del proyecto 022/2013 Pautas de Manejo Silvopastoral de Bosques de Ñirre en la Región de Aysén.

A los propietarios de las unidades de investigación silvopastoral Sr. Claudio Bambs del sector Galera Chico, Sr. Roberto Muñoz y su esposa la Sra. Luz Millar del sector Pte. Muñoz, Balmaceda, por creer en la iniciativa de investigación y apoyar el establecimiento de dichas unidades, manteniendo siempre buena disposición a las constantes solicitudes del equipo técnico.

Al equipo técnico del proyecto compuesto por Álvaro Sotomayor, Paola Jofre, Christian Hepp, Christian Little, Ivan Moya, Rodrigo Sagardía y Fernán Silva, por sus valiosos aportes para desarrollar la investigación. A los técnicos de INFOR Sres. Bernardo Acuña, Alicia Uribe, Exequiel Díaz y Luigi Solís por su gran aporte en las intensas labores de terreno.

A Pablo Peri, Héctor Bahamonde, Guillermo Martínez Pastur, Francisco Mattenet, Horacio Ivancich, Axel von Muller y Gonzalo Caballé, de Argentina, por los importantes aportes, consejos, críticas, charlas y encuentros que fueron claves para la culminación del proyecto.

REFERENCIAS

Alberdi, M., 1995. Ecofisiología de especies leñosas de los bosques higrófilos templados de Chile: Resistencia a la sequía y bajas temperaturas. En: Armesto J., C. Villagrán y M. C. Arroyo, (Eds.). Ecología de los bosques nativos de Chile. Universidad de Chile. Pp: 279–299.

Aplet, G; Johnson, N.; Olson, J. and Alaric Sample, V., 1993. Defining sustainable forestry. The Island Press.

Armesto, J.; Casassa, J, and Dollenz, O., 1992. Age structure and dynamics of Patagonian Beech forests in Torres del Paine National Park, Chile. Vegetation 98, 13 - 22.

- Bahamonde, H.; Peri, P.; Monelos, L. y Martínez Pastur, G., 2011.** Aspectos ecológicos de la regeneración por semillas en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* en Patagonia Sur, Argentina. *Bosque* 32(1): 20-29.
- Bahamonde, H.; Peri, P. L.; Monelos, L. and Martínez Pastur, G., 2013.** Regeneración por semillas en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* bajo uso silvopastoril en Patagonia Sur, Argentina. *Bosque* (Valdivia), 2013, vol.34, N° 1, p.89-101. ISSN 0717-9200.
- Bahamonde, H. A.; Peri, P. L.; Martínez Pastur, G. and Monelos, L., 2015.** Litterfall and nutrients return in *Nothofagus antarctica* forests growing in a site quality gradient with different management uses in Southern Patagonia. *European J. Forest Research* 134, 113-124.
- Bannerman, S., 1988.** Riparian Areas: Providing Landscape Habitat Diversity: British Columbia Ministry of Forest Research Program, Extension Note N°17.8 p.
- Braun, A. C., 1969.** Abnormal growth in plants. En: *Plant Physiology, a Treatise*, vol. VB, F. C. Steward (Ed.). Academic Press, New York: 379 420.
- Burns, S. L.; Cellini, J. M.; Lencinas, M. V.; Martínez Pastur, G. y Ruvera, S. M., 2010.** Descripción de posibles híbridos naturales entre *Nothofagus pumilio* y *N. antarctica* en Patagonia Sur (Argentina). *Bosque* 31 (1), 9 - 16.
- Carlson, D. W. and Groot, A., 1997.** Microclimate of clear-cut, forest interior, and small openings in trembling aspen forest. *Agricultural and Forest Meteorology* 87: 313-329.
- CONAF, 2012.** Catastro Vegetacional del Bosque Nativo. Actualización de la XI Región de Aysén. Coyhaique, Chile.
- Domínguez Díaz, E., 2012.** Flora Nativa Torres del Paine. En E. Domínguez Díaz, Flora Nativa Torres del Paine (págs. 176 - 177). Santiago: Ocho Libros Editores.
- Donoso, C., 1974.** Manual de identificación de especies leñosas del bosque húmedo de Chile, CONAF, Santiago, 168 p.
- Donoso, C., 1987.** Variación natural en especies de *Nothofagus* en Chile. *Bosque*: 8 (2), 85 - 97.
- Donoso, C., 2006.** Las Especies arbóreas de los Bosques Templados de Chile y Argentina. *Autoecología*. Marisa Cúneo Ediciones, Valdivia, Chile. 678 p.
- Donoso, C. y Cabello, A., 1978.** Antecedentes fenológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. *Ciencias Forestales* 1:31-41.
- Frangi, J.; Barrera, M.; Puig de Fábregas, J.; Yapura, P.; Arambarri, A. y Richter, L., 2004.** Ecología de los bosques de Tierra del Fuego. In Arturi M, J Frangi, JF Goya eds. *Ecología y Manejo de los Bosques de Argentina*. La Plata, Argentina. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. 88 p.
- Gargaglione, V.; Peri, P. y Rubioc, G., 2013.** Partición diferencial de nutrientes en árboles de *Nothofagus antarctica* creciendo en un gradiente de calidades de sitio en Patagonia Sur. *Bosque*. Vol 34. N°3.
- Gayoso J. y Acuña, M., 1999.** Mejores prácticas de manejo forestal sustentable. UACH, Valdivia, Chile.
- Gentili, M. y Gentili, P., 1988.** Lista comentada de los insectos asociados a las especies sudamericanas del género *Nothofagus*. *Monografías de la Academia Nacional de Cs. Exactas, Físicas y Naturales*. Simposio sobre *Nothofagus*. Bs. As. N° 4: 85-105.
- Hansen, N., 2004.** Uso silvopastoril de ñirantales en el Chubut. EEA INTA Esquel. 3 pag.
- Hansen, N., Fertig, M., Escalona, M., Tejera, L., Opazo, W., 2008.** Ramoneo en regeneración de ñire y disponibilidad forrajera. *Actas de la Segunda Reunión sobre Nothofagus en la Patagonia – EcoNothofagus 2008*. Esquel, Chubut, pp. 137-142.

Hoffmann, A., 1997. Flora silvestre de Chile, Zona Araucana: árboles, arbustos y enredaderas leñosas. Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile. 258 pp.

IREN. 1979. Perspectivas de desarrollo de los recursos de la Región Aisén. Informe final. Intendencia Región- CORFO, Santiago, Chile, 507 pp.

Ivancich, H.; Martínez Pastur, G.; Peri, P. L.; Soler, R. y Lencinas, M. V., 2010. Primeros resultados de raleos en bosques de *Nothofagus antarctica* para el manejo silvopastoril en Tierra del Fuego (Argentina). Actas Primer Congreso Internacional Agroforestal Patagónico. Coyhaique, Chile, pp. 298.

Ivancich, H.; Martínez Pastur, G. y Peri, P. L., 2011. Modelos forzados y no forzados para el cálculo de índice de sitio en bosques de *Nothofagus antarctica* en Patagonia Sur. *Bosque* 32(2): 135-145.

Ivancich, H.; Martínez Pastur, G.; Lencinas, M. V.; Soler, R. y Peri, P. L., 2012. Respuesta del canopeo y crecimiento de *Nothofagus antarctica* bajo manejo silvopastoril. Actas Segundo Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Santiago del Estero, Argentina, pp. 270-275.

Martínez Pastur, G., Lencinas, M.V., Peri, P.L., Moretto, A., Cellini, J.M., Mormeneo, I., Vukasovic, R. 2007. Harvesting adaptation to biodiversity conservation in sawmill industry: Technology innovation and monitoring program. *Technology Management and Innovation* 2(3):58-70.

Martínez Pastur, G.; Cellini, J. M.; Franco, G.; Soler, R.; Lencinas, M. V.; Ivancich, H. y Peri, P. L., 2013a. Dinámica de copas en bosques raleados de *Nothofagus antarctica* para uso silvopastoril en Tierra del Fuego. Actas II Jornadas Forestales de Patagonia Sur. Calafate, Argentina, pp. 101.

Martínez Pastur, G.; Peri, P. L.; Lencinas, M. V.; Cellini, J. M.; Barrera, M.; Soler, R.; Ivancich, H.; Mestre, L.; Moretto, A. S.; Anderson, C. B. y Pulido, F., 2013b. La producción forestal y la conservación de la biodiversidad en los bosques de *Nothofagus* en Tierra del Fuego y Patagonia Sur. En: Donoso, P., Promis, A. (Eds.), *Silvicultura en bosques nativos: Avances en la investigación en Chile, Argentina y Nueva Zelanda*, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, pp. 155-179.

Miller, K. R., 1996. Conserving biodiversity in managed landscapes. IN: Szaro, R.C. Y D. Johnson. *Biodiversity in managed landscapes: Theory and practice*. Oxford University Press, New York.

Morecroft, M. D.; Taylor, M. E. and Oliver, H. R., 1998. Air and Soil microclimates of deciduous woodland compared to an open site. *Agricultural and Forest Meteorology* 90: 141-156.

Mc Queen, D. R., 1977. The ecology of *Nothofagus* and associated vegetation in South America. *Tuatara* 22, 38 - 68.

Navarro Cerrillo, R. M.; Rosenfeld, M.; Pérez-Aranda, J.; Padrón, E.; Guzmán, J. R.; Hernández Clemente, R. y Gonzalez, L., 2008. Evaluación de la mortalidad de bosques de ñirre (*Nothofagus antarctica*) en la Patagonia chilena mediante imágenes Landsat TM y ETM+. *Bosque* 29(1), 65 - 73.

Nobis, M., 2005. SideLook 1.1.01 for Windows. Software tool for the analysis of vertical vegetation structure. URL <http://www.appleco.ch>.

Ormazábal, C. y Benoit, I., 1987. El estado de conservación del género *Nothofagus* en Chile. *Bosque*: 8(2) 109-120.

Peri, P. L.; Monelos, L.; Martínez Pastur, G. e Ivancich, H., 2012. Propuestas de raleo para un bosque de *Nothofagus antarctica* con uso silvopastoril en Santa Cruz. Actas Segundo Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Santiago del Estero, Argentina, pp. 181.

Peri, P. L.; Monelos, L.; Martínez Pastur, G. e Ivancich, H., 2013. Raleo en bosque de *Nothofagus antarctica* para uso silvopastoril en Santa Cruz. Actas II Jornadas Forestales de Patagonia Sur. Calafate, Argentina, pp. 96.

Peri, P L.; Hansen, N.; Rusch, V .; Tejera, L.; Monelos, L.; Fertig, M.; Bahamonde, H.; y Sarasola, M., 2009. Pautas de manejo de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* (ñire) en Patagonia. In Actas del Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, Posadas, Misiones, Argentina mayo de 2009. Actas. p. 151-155.

Peri, P. L.; Ormaechea, S. y Huertas, L., 2009b. Protección de renovales de ñire. Carpeta Técnica EEA INTA Santa Cruz, pp. 15-16, Sección 4. Producción Forestal. Edición EEA Santa Cruz.

Peri, P. L.; Monelos, y Bahamonde, H., 2006. Evaluación de la continuidad del estrato arbóreo en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* bajo uso silvopastoril con ganado ovino en Patagonia Sur, Argentina. In Actas IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Varadero, Cuba, octubre de 2006. p. 87-92.

Peri, P. L.; Sturzenbaum, M. V.; Monelos, L.; Livraghi, E.; Christiansen, R.; Moreto, A. y Mayo, J. P., 2005. Productividad de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Patagonia Austral. Actas III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Comisión Silvicultura Bosque Nativo. Corrientes, Argentina, 10 pp.

Premoli, A., 1991. Morfología y capacidad germinativa en poblaciones de *Nothofagus antarctica* (Forster) Oerst del noroeste andino patagónico. Bosque 12(2): 53-59.

Poole, A., 1950. Studies of the New Zealand *Nothofagus* species. 2. Nut and cupule development. Trans. Roy. Soc. N.Z. 78:502-508.

Promis, A. Cruz, G. Galindo, N. 2016. Efecto de la altura de corte y edad del árbol en la capacidad inicial de rebrote de tocón de ñire en bosques de la Patagonia Chilena. Poster en; V Jornadas Forestales Patagónicas – III Jornadas Forestales de Patagonia Sur, Esquel, Argentina.

Ramírez, C.; Correa, M.; Figueroa, H. y San Martín, J., 1985. Variación del hábito y hábitats de *Nothofagus antarctica* en el centro-sur de Chile. Bosque 6: 55-73.

Ramírez, C., 1987. El Género *Nothofagus* y su importancia en Chile. Bosque: 8(2) 71-76.

Quiroga, P.; Vidal Russel, R. y Premoli, A., 2005. Evidencia morfológica e isoenzimática de hibridación natural entre *Nothofagus antarctica* y *N. pumilio* en el noroeste Patagónico. Bosque 26(2): 25-32.

Rodríguez, R.; Mathei, O. y Quezada, M., 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial Universitaria. Concepción, Chile. 408 pp.

Romero, Fabián; Cozano, Miguel; Gangas, Rodrigo y Naulin, Paulette; 2014. Zonas ribereñas: protección, restauración y contexto legal en Chile. Bosque (Valdivia), 35(1). 3-12.

Romero, E. J., 1986. Fossil Evidence Regarding the Evolution of *Nothofagus* Blume. Annals of the Missouri Botanical Garden 73: 276-283.

Roxburgh, J. R. and Kelly, D., 1995. Uses and limitations of hemispherical photography for estimating forest light environments. NZ J Ecol 19:213-217.

Rusch, V.; Roveta, R.; Peralta, C.; Márques, B.; Vila, A.; Sarasola, M.; Todaro, C. y Barrios, D., 2004. Indicadores de sustentabilidad en sistemas silvopastoriles. Alternativas de Manejo Sustentable para el Manejo Forestal Integral de los bosques de Patagonia. Informe Final del Proyecto de Investigación Aplicada a los Recursos Forestales Nativos (PIARFON), Tomo II: 681-797. Dirección de Bosques (SAyDS). Proyecto BIRF 4085-AR.

Sarasola, M.; Fernández, M.; Gyenge, J. y Peyrou, C., 2008. Respuesta de los ñires al raleo en la cuenca del Río Foyel. EcoNothofagus 2008 – Segunda Reunión sobre Nothofagus en la Patagonia. Esquel, Chubut, Argentina, 47pp.

Salinas, J., 2016. Experiencia de manejo silvopastoral en dos renovales coetáneos de *Nothofagus antarctica* (G.Forst.) Oerst. (ñirre) en la Región de Aysén. Revista Ciencia e Investigación Forestal. Instituto Forestal.

Salinas, J.; Acuña, B.; Uribe, A. y Díaz, E., 2013. Producción de árboles y arbustos nativos con fines de restauración de bosques y áreas degradadas en la Región de Aysén. Producción de calafate (*Berberis microphylla* G. Forst), Ciruelillo (*Embothrium coccineum* J.R. Forst. & G. Forst.) y fuinque (*Lomatia ferruginea* (Cav.) R. Br.). MINAGRI – INFOR. 79 p.

Salinas, J.; Acuña, B.; Koch, L. y Uribe, A., 2014. Producción de árboles nativos con fines de recuperación de bosques y áreas degradadas en la región de Aysén. Propagación sexual y asexual de *Nothofagus antarctica* (Forster) Oerst. Ñire. MINAGRI – INFOR. 53 p.

Salinas, J.; Acuña, B.; Uribe, A. y Koch, L., 2015. Estudio de regeneración natural en bosques de *Nothofagus antarctica* (Forster) Oerst. (ñirre) bajo pastoreo doméstico en la Región de Aysén. Instituto Forestal, Ministerio de Agricultura. Coyhaique, Chile. 50 p.

Salinas J. Sotomayor, A. Acuña, B. 2016. Evaluation of a thinning under silvopastoral approach in a *Nothofagus antarctica* (ñire) in Chilean Patagonia. En actas World Congress Silvo-Pastoral Systems, pp. 112, Ed; Universidad de Evora. Portugal.

San Martín, J.; Troncoso, A. y Ramírez, C., 1988. Estudio fitosociológico de los bosques pantanosos nativos de la Cordillera de la Costa en Chile central. Bosque 9 (1): 17-33.

Santelices, R. y Cabello, A., 2006. Efecto del ácido indolbutírico, del tipo de la cama de arraigamiento, del sustrato, y del árbol madre en la capacidad de arraigamiento de estacas de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser. Rev. Chil. Hist. Nat. 2006, vol.79, n.1, pp.55-64.

Soler, R., 2011. Regeneración natural de *Nothofagus antarctica* en bosques primarios, secundarios y bajo manejo silvopastoril. Tesis Doctorado en Ciencias Biológicas. Córdoba, Argentina. Universidad Nacional de Córdoba. 126 p.

Soler, R.; Martínez Pastur, G.; Lencinas, M. V. y Peri, P. L., 2010. Flowering and seeding patterns in primary, secondary and managed *Nothofagus antarctica* South Patagonian forests. New Zealand Journal of Botany 48(2): 63-73.

Schmidt, H.; Caldente, J. y Donoso, S., 1995. Informe 1995 Investigación sobre el manejo de la Lengua - XII Región. Universidad de Chile - CONAF, 40 p.

Steinke, L.; Premoli, A.; Souto, C. and Hedrén, M., 2008. Adaptive and neutral variation of the resprouter *Nothofagus antarctica* growing in distinct habitats in north-western Patagonia. Silva Fennica 42: 177-188.

Tejera, L.; Hansen, N. y Fertig, M., 2005. Efecto de la cobertura arbórea y del pastoreo vacuno sobre el establecimiento de la regeneración de *Nothofagus antarctica* (G. Forst) Oerst. III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes, 6-9 de Septiembre.

Veblen, T.; Donoso, C.; Kitzberger, T. and Rebertus, A., 1996. Ecology of southern Chilean and Argentinean *Nothofagus* forests. Pages 293-353 in: T.T. Veblen, R. S. Hill, and J. Read (Eds.), Ecology and Biogeography of *Nothofagus* Forests. Yale University Press.

Vidal, M.; Sáez, P. y Yáñez, J., 2009. Efecto del ácido indolbutírico en la capacidad rizogénica de estacas de *Eucryphia glutinosa*. Bosque (Valdivia). 2009, vol.30, n.2, pp.102-105.

Vidal, R. y Premoli, A., 2004. Variación en *Nothofagus antarctica* (Forster) Oerst. (Ñirre o Ñire) En: Donoso, C., L. Gallo, A. Premoli y R. Ipinza (Eds.) Variación intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Santiago: Editorial Universitaria.

APÉNDICES

Apéndice N° 1

SUPERFICIE POTENCIAL PARA SISTEMAS SILVOPASTORALES EN BOSQUE DE ÑIRRE EN LA REGIÓN DE AYSÉN

La superficie potencial para sistemas silvopastorales en bosques de ñirre en la región considera áreas cubiertas por bosques de la especie, que no presenten ciertas restricciones dadas por la pendiente del terreno, por aspectos legales y ambientales establecidos en la Ley de Bosque Nativo N° 20.283 y en el Decreto Supremo N° 82 de Suelos, Aguas y Humedales; u otras.

Para validar y complementar las restricciones propuestas por el equipo técnico de INFOR se elaboró una consulta a expertos y profesionales del sector relacionados con este tipo de bosques. Los expertos considerados para esta consulta son principalmente investigadores de Institutos de Investigación, Universidades y Centros Tecnológicos reconocidos en Chile y Argentina. En lo referente a profesionales en tanto, se buscó recoger la opinión de funcionarios de los servicios públicos pertinentes, como INDAP, SAG, INIA, CONAF e INFOR, instituciones ligadas al Ministerio de Agricultura, y de algunos privados involucrados en actividades de investigación, extensión, consultorías y prestación de servicios (Cuadro N° 1).

**Cuadro N° 1
EXPERTOS Y PROFESIONALES PARTICIPANTES EN LA CONSULTA**

Instituciones	Expertos (N°)	Profesionales (N°)	Total (N°)	Responden (%)
Universidad de Magallanes (UMAG)	1	0	1	100
Universidad Austral de Chile (UACH)	1	0	1	0
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina) (INTA)	5	0	5	80
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina) (CONICET)	1	0	1	100
Instituto Forestal (INFOR)	4	9	13	38
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA)	1	1	2	0
Corporación Nacional Forestal (CONAF)	0	22	22	23
Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)	0	5	5	60
Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	1	1	2	50
Privados	2	25	27	41
Total	16	63	79	

Esta consulta a expertos y profesionales se efectuó enviándoles la encuesta que se muestra en el Cuadro N° 2, en la cual se debía responder si o no para cada criterio de acuerdo a la pregunta en qué situaciones cree usted que es posible la actividad silvopastoral.

**Cuadro N° 2
RESTRICCIONES PARA EL USO SILVOPASTORAL**

<i>Tenencia de la tierra</i>	Privado		Fiscal SNASPE*		Otro Fiscal**	
* Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado, agrupando a Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales. ** Corresponde a terrenos de propiedad del Fisco que están fuera del SNASPE (ej: terrenos administrados por Bienes Nacionales, etc).						
<i>Pendiente o inclinación del terreno</i>	0% plano	>0% y <30%	>30% y <45%	>45% y <60%	>60%	
<i>Tipo de condición edáfica</i>	Suelo profundo (1 m o más)	Suelo moderadamente profundo (>0,6 m y <1,0 m)	Suelo poco profundo (>0,25m y <0,6 m)	Suelo somero (<0,25 m)	Afloramiento rocoso	
<i>Tipo de condición hídrica</i>	Condición de estepa o transición esteparia		Condición de mallín*		Turbera**	
*Condición de anegamiento hídrico temporal en época invernal. **Condición de anegamiento hídrico permanente durante el año, presencia de plantas indicadoras (<i>Sphagnum sp.</i>).						
<i>Capacidad de Uso del suelo</i>	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Uso actual del bosque</i>	BOSQUE NATIVO					
	Matorral arborescente	Renoval	Bosque adulto renoval	Bosque adulto		
<i>Otro antecedente que crea necesario incorporar</i>						

Terminada la etapa de recolección de información, las encuestas fueron ordenadas e ingresadas a una base de datos digital y se procedió a analizarlas de acuerdo al tipo de pregunta. En el caso de las preguntas cerradas, se elaboraron matrices de datos sistematizadas en planillas de formato Microsoft Excel, de manera de poder filtrar los campos de interés. Se obtuvieron los resultados de frecuencias para cada una de ellas. Dependiendo del tipo de datos, se consideraron también medidas de variabilidad. El análisis de los datos se realizó mediante un enfoque comparativo, mientras que la pregunta abierta se trabajó con un análisis de clasificación de estas.

A continuación se presentan los resultados de la consulta para cada uno de los criterios planteados en ella y según cada grupo de profesionales consultados.

**Cuadro N° 3
APLICABILIDAD DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORALES
SEGÚN TENENCIA DE LA TIERRA**

GENERAL	SI	NO	s/i
	(%)		
Privado	100	0	0
Fiscal SNASPE	13	84	3
Fiscal otro	68	32	0

CONAF	SI	NO	s/i
	(%)		
Privado	100	0	0
Fiscal SNASPE	0	100	0
Fiscal otro	40	60	0

SERV. PÚBLICOS	SI	NO	s/i
	(%)		
Privado	100	0	0
Fiscal SNASPE	17	83	0
Fiscal otro	83	17	0

EXPERTOS	SI	NO	s/i
	(%)		
Privado	100	0	0
Fiscal SNASPE	9	82	9
Fiscal otro	82	18	0

PROF. PRIVADOS	SI	NO	s/i
	(%)		
Privado	100	0	0
Fiscal SNASPE	22	78	0
Fiscal otro	56	44	0

Cuadro N° 4
APLICABILIDAD DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORALES
SEGÚN PENDIENTE DEL TERRENO

GENERAL	SI	NO	s/i
	(%)		
0	94	6	0
0 - 30%	100	0	0
30 - 45%	35	61	3
45 - 60%	13	84	3
más 60%	3	97	0

CONAF	SI	NO	s/i
	(%)		
0	80	20	0
0 - 30%	100	0	0
30 - 45%	40	60	0
45 - 60%	0	100	0
más 60%	0	100	0

EXPERTOS	SI	NO	s/i
	(%)		
0	91	9	0
0 - 30%	100	0	0
30 - 45%	36	64	0
45 - 60%	18	73	9
más 60%	9	91	0

SERV. PÚBLICOS	SI	NO	s/i
	(%)		
0	100%	0%	0%
0 - 30%	100%	0%	0%
30 - 45%	33%	50%	17%
45 - 60%	0%	100%	0%
más 60%	0%	100%	0%

PROF. PRIVADOS	SI	NO	s/i
	(%)		
0	100	0	0
0 - 30%	100	0	0
30 - 45%	33	67	0
45 - 60%	22	78	0
más 60%	0	100	0

**Cuadro N° 5
 APLICABILIDAD DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORALES
 SEGÚN CONDICIÓN EDÁFICA**

GENERAL	SI	NO	s/i
	(%)		
Suelo profundo (1 m o más)	97	3	0
Suelo moderadamente profundo (>0,6 m y <1,0 m)	94	6	0
Suelo poco profundo (>0,25m y <0,6 m)	45	55	0
Suelo somero (<0,25 m)	3	94	3
Afloramiento rocoso	6	94	0

CONAF	SI	NO	s/i
	(%)		
Suelo profundo (1 m o más)	100	0	0
Suelo moderadamente profundo (>0,6 m y <1,0 m)	80	20	0
Suelo poco profundo (>0,25m y <0,6 m)	0	100	0
Suelo somero (<0,25 m)	0	100	0
Afloramiento rocoso	0	100	0

EXPERTOS	SI	NO	s/i
	(%)		
Suelo profundo (1 m o más)	91	9	0
Suelo moderadamente profundo (>0,6 m y <1,0 m)	100	0	0
Suelo poco profundo (>0,25m y <0,6 m)	73	27	0
Suelo somero (<0,25 m)	9	82	9
Afloramiento rocoso	18	82	0

SERV. PÚBLICOS	SI	NO	s/i
	(%)		
Suelo profundo (1 m o más)	100	0	0
Suelo moderadamente profundo (>0,6 m y <1,0 m)	83	17	0
Suelo poco profundo (>0,25m y <0,6 m)	0	100	0
Suelo somero (<0,25 m)	0	100	0
Afloramiento rocoso	0	100	0

PROF. PRIVADOS	SI	NO	s/i
	(%)		
Suelo profundo (1 m o más)	100	0	0
Suelo moderadamente profundo (>0,6 m y <1,0 m)	100	0	0
Suelo poco profundo (>0,25m y <0,6 m)	67	33	0
Suelo somero (<0,25 m)	0	100	0
Afloramiento rocoso	0	100	0

Cuadro N° 6
APLICABILIDAD DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORALES
SEGÚN CONDICIÓN HÍDRICA

GENERAL	SI	NO	s/i
	(%)		
Condición de estepa o transición esteparia	97	3	0
Condición de mallín	61	39	0
Turbera	10	90	0

CONAF	SI	NO	s/i
	(%)		
Condición de estepa o transición esteparia	80	20	0
Condición de mallín	0	100	0
Turbera	0	100	0

EXPERTOS	SI	NO	s/i
	(%)		
Condición de estepa o transición esteparia	100	0	0
Condición de mallín	73	27	0
Turbera	18	82	0

SERV. PÚBLICOS	SI	NO	s/i
	(%)		
Condición de estepa o transición esteparia	100	0	0
Condición de mallín	50	50	0
Turbera	17	83	0

PROF. PRIVADOS	SI	NO	s/i
	(%)		
Condición de estepa o transición esteparia	100	0	0
Condición de mallín	89	11	0
Turbera	0	100	0

Cuadro N° 7
APLICABILIDAD DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORALES
SEGÚN CAPACIDAD DE USO DEL SUELO

GENERAL	SI	NO	s/i
	(%)		
III	89	11	0
IV	89	11	0
V	78	22	0
VI	89	11	0
VII	44	44	11
VIII	0	100	0

CONAF	SI	NO	s/i
	(%)		
III	100	0	0
IV	100	0	0
V	100	0	0
VI	60	40	0
VII	20	80	0
VIII	0	100	0

EXPERTOS	SI	NO	s/i
	(%)		
III	27	27	45
IV	36	18	45
V	27	18	55
VI	36	18	45
VII	36	18	45
VIII	18	36	45

SERV. PÚBLICOS	SI	NO	s/i
	(%)		
III	83	17	0
IV	67	33	0
V	100	0	0
VI	50	50	0
VII	33	50	17
VIII	17	83	0

PROF. PRIVADOS	SI	NO	s/i
	(%)		
III	89	11	0
IV	89	11	0
V	78	22	0
VI	89	11	0
VII	44	44	11
VIII	0	100	0

Cuadro N° 8
APLICABILIDAD DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORALES
SEGÚN ESTRUCTURA DEL BOSQUE

GENERAL	SI	NO	s/i
	(%)		
Matorral arborescente	42	42	16
Renoval	61	35	3
Bosque adulto renoval	65	29	6
Bosque adulto	48	48	3

CONAF	SI	NO	s/i
	(%)		
Matorral arborescente	40	60	0
Renoval	100	0	0
Bosque adulto renoval	20	80	0
Bosque adulto	0	100	0

EXPERTOS	SI	NO	s/i
	(%)		
Matorral arborescente	55	18	27
Renoval	64	27	9
Bosque adulto renoval	91	0	9
Bosque adulto	64	27	9

SERV. PÚBLICOS	SI	NO	s/i
	(%)		
Matorral arborescente	0	67	33
Renoval	17	83	0
Bosque adulto renoval	67	17	17
Bosque adulto	67	33	0

PROF. PRIVADOS	SI	NO	s/i
	(%)		
Matorral arborescente	56	44	0
Renoval	67	33	0
Bosque adulto renoval	56	44	0
Bosque adulto	44	56	0

Estas respuestas de los grupos de profesionales consultados condujeron a que en términos generales se consideraran aplicables o no aplicables los sistemas silvopastorales de acuerdo a los criterios señalados en el Cuadro N° 9.

Cuadro N° 9
CRITERIOS DE APLICABILIDAD DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORALES

Criterio	No Aplica	Aplica
Tenencia de la tierra	Terrenos SNASPE	Terrenos privados
Pendiente	>30%	<30%
Profundidad de suelo	<25 cm	>25 cm
Condición hídrica	Turbera, mallín permanente	Mallín temporal, sitios secos
Estructura del bosque	Etapas juveniles (brinzal, monte bravo)	Renoval, bosque adulto

Respecto de la parte abierta de la consulta a los distintos grupos de profesionales, los comentarios de estos permiten apreciar ciertas aprensiones relativas principalmente a la regeneración de los bosques bajo pastoreo y a la carga animal involucrada.

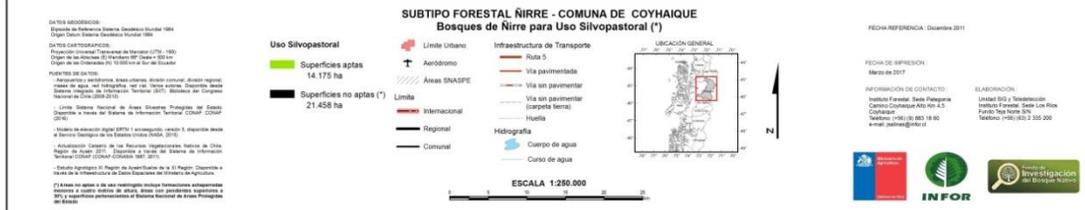
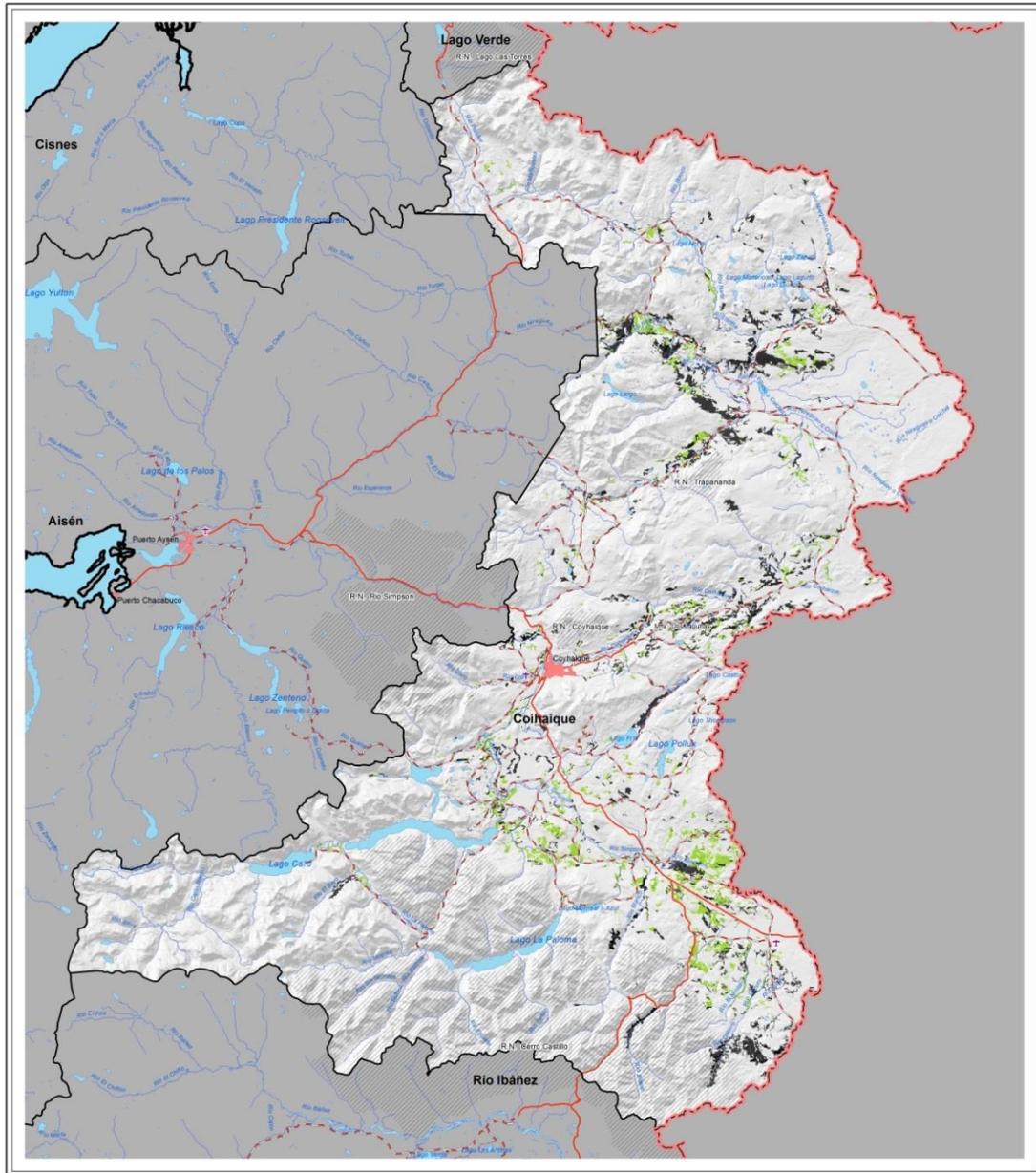
En lo que se refiere a la regeneración, en los sistemas silvopastorales se contemplan diferentes prácticas para asegurarla, como rotaciones de rodales para el pastoreo, protecciones de tocones para afianzar sus rebrotes, protección de la regeneración por semillas y plantaciones suplementarias debidamente protegidas también. En cuanto a la carga animal, esta es definida en forma acorde con la productividad de la pradera. De no tomarse este tipo de medidas, no será sustentable el manejo del bosque y tampoco el de la pradera.

Se manifiestan igualmente algunas dudas relacionadas con la capacidad de los propietarios para el manejo de estos sistemas, materia en la que la transferencia, la difusión y la asistencia a estos son elementos que deben jugar un rol de importancia.

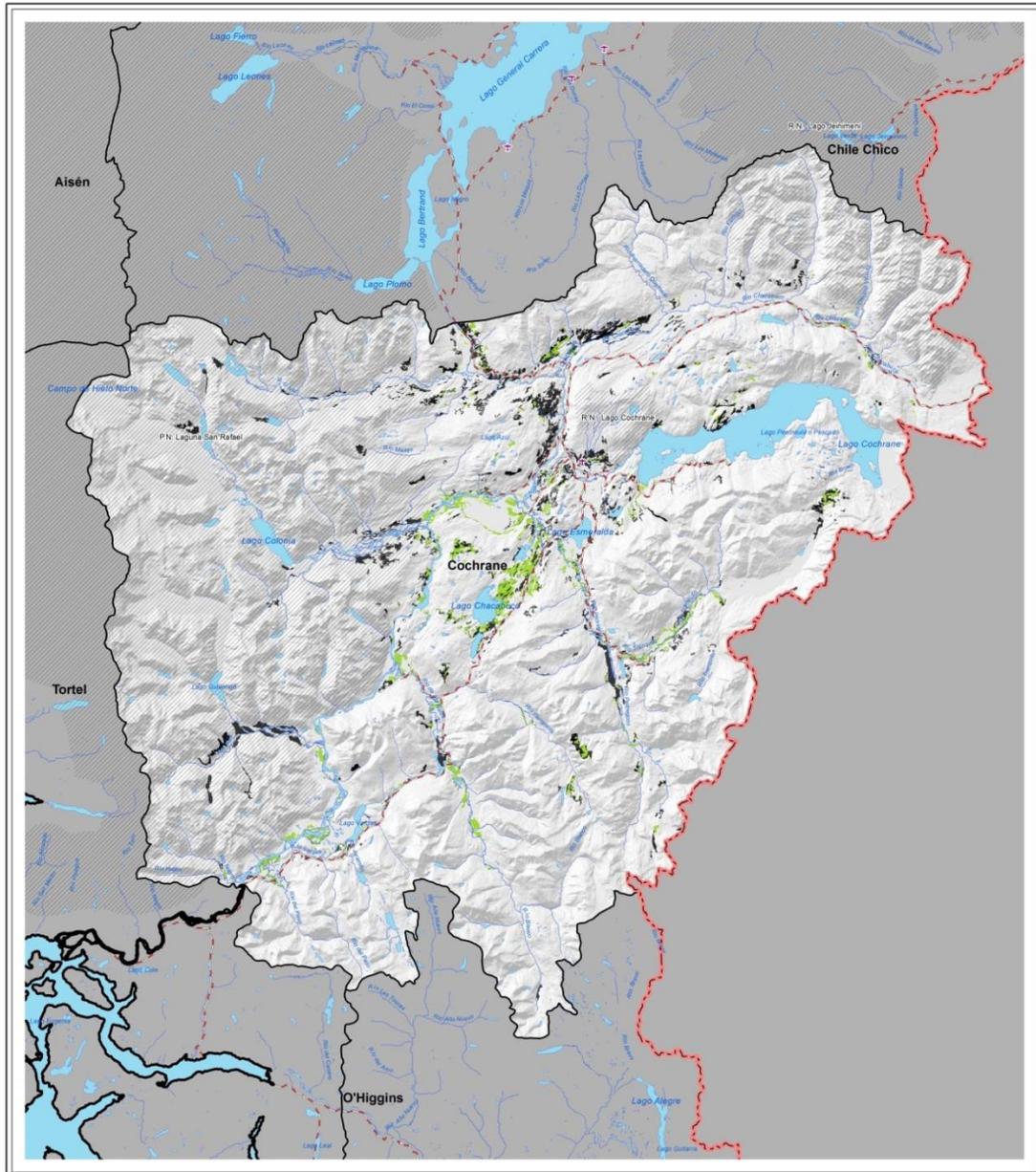
Apéndice N° 2

MAPAS SUPERFICIE POTENCIAL PARA SISTEMAS SILVOPASTORALES EN LA REGIÓN DE AYSÉN

Comuna de Coyhaique



Comuna de Cochrane



USO SILVOPASTORAL

- Superficies aptas
10.216 ha
- Superficies no aptas (*)
18.852 ha

SUBTIPO FORESTAL NİRRE - COMUNA DE COCHRANE
Bosques de Nirre para Uso Silvopastoral (*)

<ul style="list-style-type: none"> Límite Urbano Aeródromo Áreas SNASPE Límite Internacional Regional Comunal 	<ul style="list-style-type: none"> Infraestructura de Transporte Ruta 5 Vía pavimentada Vía sin pavimentar (control férreo) Vía sin pavimentar (control férreo) Huella Hidrografía Cuerpo de agua Camino de agua
--	---

UBICACIÓN GENERAL

ESCALA 1:250.000

NOTAS:

1. Fuente: Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) y Sistema Nacional de Áreas Prerrogativas del Estado (SNAPRE).

2. Fuente: Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) y Sistema Nacional de Áreas Prerrogativas del Estado (SNAPRE).

3. Fuente: Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) y Sistema Nacional de Áreas Prerrogativas del Estado (SNAPRE).

4. Fuente: Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) y Sistema Nacional de Áreas Prerrogativas del Estado (SNAPRE).

5. Fuente: Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) y Sistema Nacional de Áreas Prerrogativas del Estado (SNAPRE).

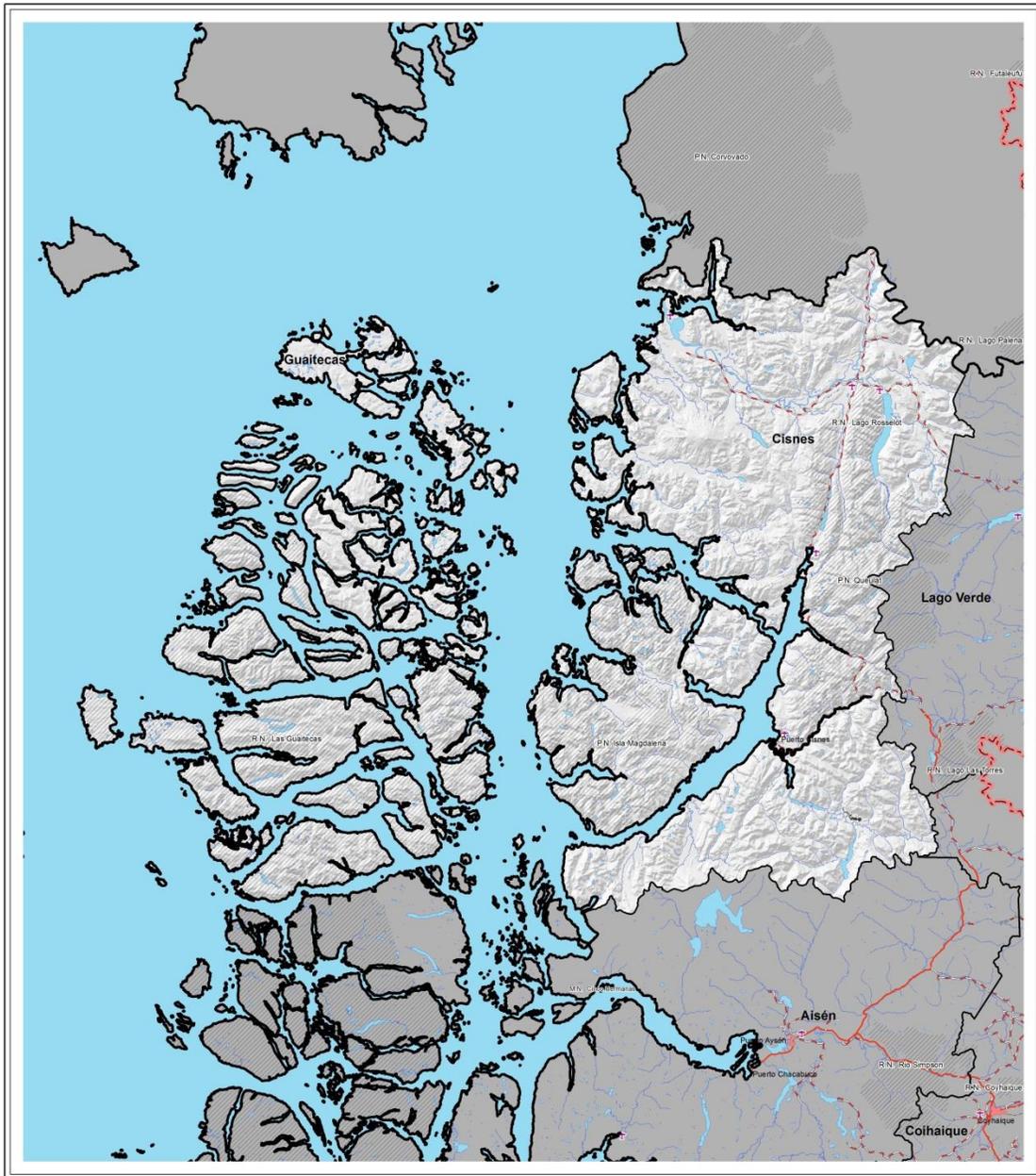
FECHA REFERENCIAL: 03/05/2011

FECHA DE IMPRESIÓN: Marzo de 2017

INFORMACIÓN DE CONTACTO:
 Instituto Forestal: Sude Patagonia
 Camino Cochrane Alto N° 13
 Cochrane
 Teléfono: (+56) (9) 465 18 80
 e-mail: info@inforsudpa.cl

ELABORACIÓN:
 Unidad FID y Muestreo
 Unidad de Manejo: Sude Los Rios
 Unidad de Manejo: Sude
 Teléfono: (+56) (9) 2 335 200
 e-mail: info@inforsudpa.cl

Comunas de Guaitecas y Cisnes



DATOS GENERALES
 Estado de Chile, República de Chile, 1984
 Oficina Central de Estadística, Santiago, Chile

DATOS CARTOGRAFICOS
 Instituto Geográfico Militar de Chile (IGM), 1980
 Oficina de Cartografía y Topografía del Ejército de Chile - 500 m
 Oficina de Cartografía (OCC) - 1:50,000 escala

FUENTES DE DATOS
 Información geográfica de áreas protegidas (datos vectoriales, digitalizados)
 Fuente: IGN, 1980 (datos de la zona central, digitalizados desde
 Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) - Sistema de Información
 Territorial de Chile (SITC) - 1:50,000 escala

Limites: Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) del Estado
 Chileno y Sistema de Información Territorial (SITC) - Chile

Mapa de ubicación digital (SITC) correspondiente a la Región de Aysén
 del Servicio Geográfico de los Estados Unidos (USGS), 2010

Mapa de ubicación digital (SITC) correspondiente a la Región de Coihaique
 del Servicio Geográfico de los Estados Unidos (USGS), 2010

Escala: Proporción 1:400,000 de la Carta de Aysén y de la Región de Coihaique
 y de la Región de Los Ríos, respectivamente.

El área de estudio es un área protegida de tipo silvopastoral, según el
 Decreto N° 1.400 del 19 de febrero de 2010, que declara el área protegida
 y el Sistema de Información Territorial (SITC) de Chile.

SUBTIPO FORESTAL NIRRE - COMUNAS DE CISNES Y GUAITECAS
Bosques de Nirre para Uso Silvopastoral (*)

Uso Silvopastoral	Infraestructura de Transporte	UBICACION GENERAL N
Superficies aptas 6.584 ha	Ruta 5	
Superficies no aptas (*) 9.995 ha	Vía pavimentada	
	Vía sin pavimentar (carpetas tierra)	
	Huella	
	Hidrografía	
	Cuerpo de agua	
	Curso de agua	

ESCALA 1:450.000

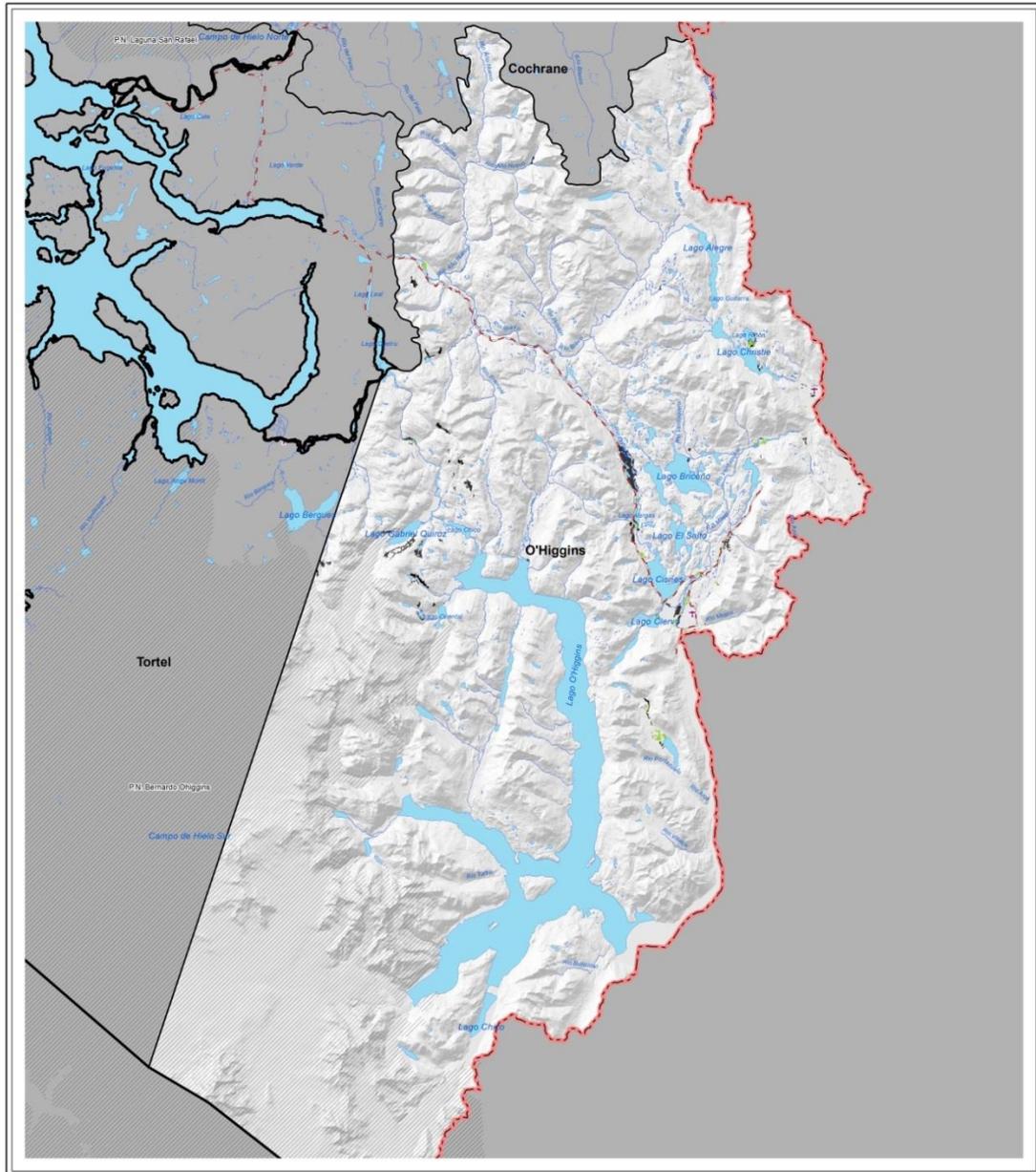
FECHA REFERENCIAL: Diciembre 2011

FECHA DE IMPRESION:
 Marzo de 2017

INFORMACION DE CONTACTO:
 Subtipo Forestal: Soto Patagónica
 Centro: Coyhaique, Avda. N° 1.5
 Coyhaique
 Teléfono: (+56) (9) 883 18 80
 e-mail: soto@infor.cl

ELABORACION:
 Unidad SOT y SOT Patagónica
 Proyecto Forestal: Soto Los Ríos
 Fondo: Soto Los Ríos
 Teléfono: (+56) (9) 2 208 200

Comuna de O'Higgins



USO SILVOPASTORAL

Superficies aptas
668 ha

Superficies no aptas (*)
2.366 ha

USO SILVOPASTORAL

Superficies aptas
668 ha

Superficies no aptas (*)
2.366 ha

USO SILVOPASTORAL

Superficies aptas
668 ha

Superficies no aptas (*)
2.366 ha

USO SILVOPASTORAL

Superficies aptas
668 ha

Superficies no aptas (*)
2.366 ha

USO SILVOPASTORAL

Superficies aptas
668 ha

Superficies no aptas (*)
2.366 ha

USO SILVOPASTORAL

Superficies aptas
668 ha

Superficies no aptas (*)
2.366 ha

USO SILVOPASTORAL

Superficies aptas
668 ha

Superficies no aptas (*)
2.366 ha

USO SILVOPASTORAL

Superficies aptas
668 ha

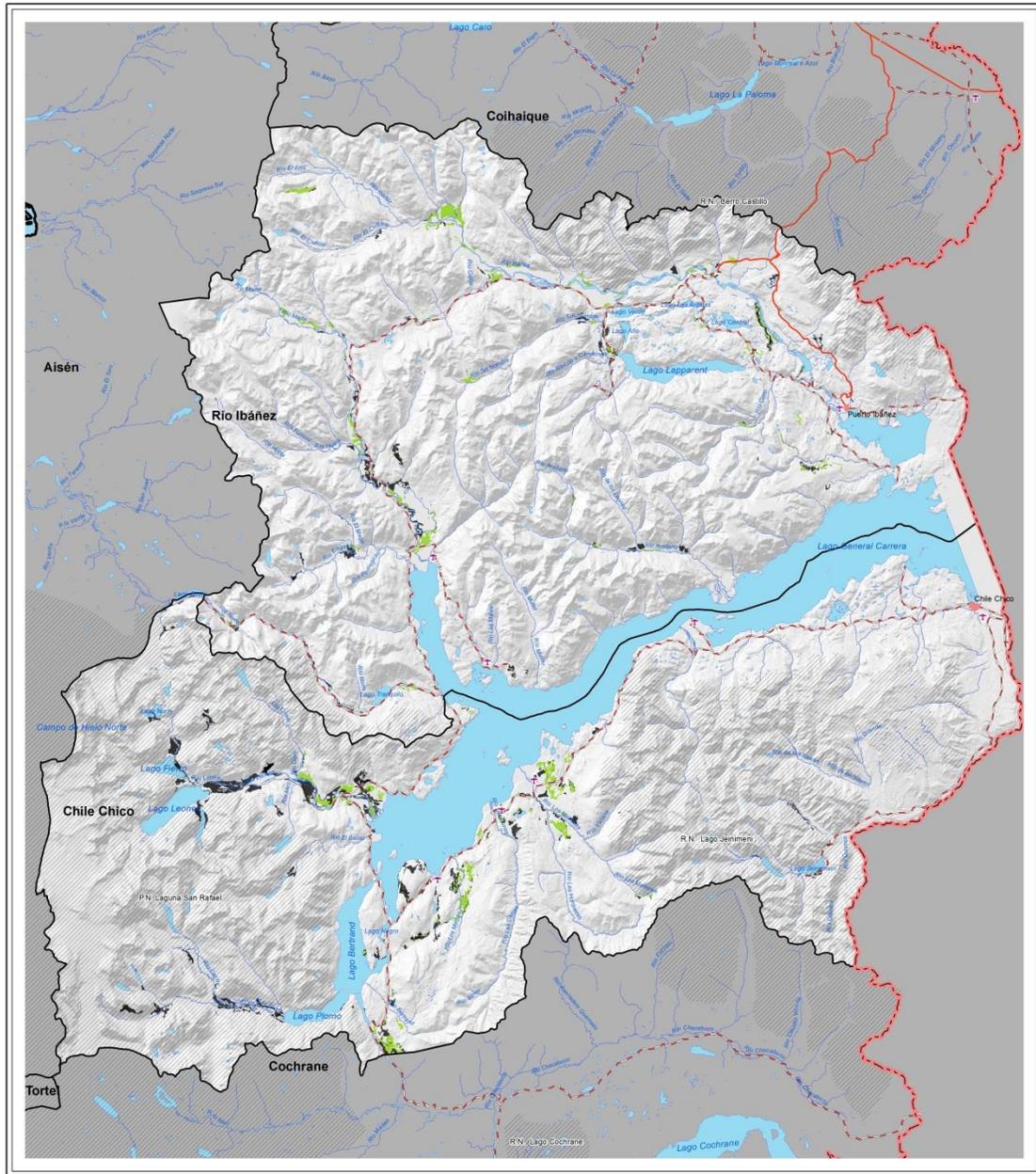
Superficies no aptas (*)
2.366 ha

USO SILVOPASTORAL

Superficies aptas
668 ha

Superficies no aptas (*)
2.366 ha

Comunas de Río Ibáñez y Chile Chico



SUBTIPO FORESTAL NİRRE - COMUNAS DE RÍO IBÁÑEZ Y CHILE CHICO
Bosques de Nirre para Uso Silvopastoral (*)

USO SILVOPASTORAL

- Superficies aptas
6.584 ha
- Superficies no aptas (*)
9.995 ha

Infraestructura de Transporte

- Ruta 5
- Vía pavimentada
- Vía sin pavimentar (carpetas tierra)
- Huella
- Hidrografía
- Curso de agua

Límites

- Internacional
- Regional
- Comunal

FECHA REFERENCIA: Diciembre 2011

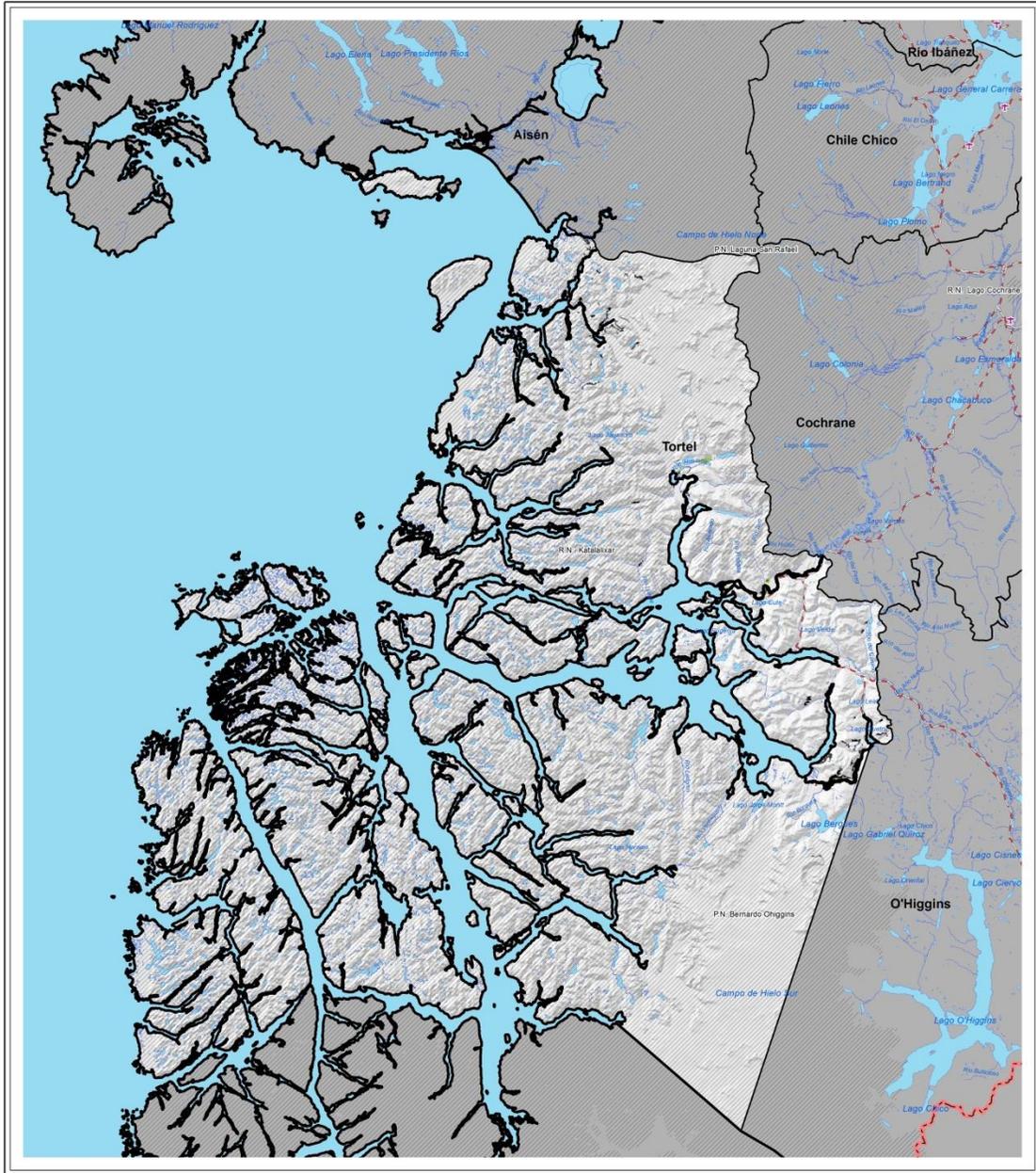
FECHA DE IMPRESIÓN: Marzo de 2017

INFORMACIÓN DE CONTACTO:
 Subtipo Forestal Área Patagónica
 Comuna Coihaique Alto RN 4.5
 Concepción
 Teléfono: +56 (0) 853 383 880
 e-mail: pntnirre@infor.cl

ELABORACIÓN:
 Unidad SIG y Sistemática
 Instituto Forestal, Sede Los Ríos
 Puerto Natales 39
 Teléfono: +56 (0) 2 205 300

ESCALA: 1:250.000

Comuna de Tortel



SUBTIPO FORESTAL NIRRE - COMUNA DE TORTEL
Bosques de Nirre para Uso Silvopastoral (*)

USO SILVOPASTORAL

- Superficies aptas
1.007 ha
- Superficies no aptas (*)
4.142 ha

Infraestructura de Transporte

- Ruta 5
- Vía pavimentada
- Vía no pavimentada
- Vía sin pavimentar (carreta tierra)
- Huella

Hidrografía

- Campo de agua
- Curso de agua

USO SILVOPASTORAL

- Límite Urbano
- Aeródromo
- Áreas SNAPE
- Límite
- Internacional
- Regional
- Comunal

FECHA REFERENCIA: Diciembre 2011

FECHA DE IMPRESIÓN: Marzo de 2017

INFORMACIÓN DE CONTACTO:
 Instituto Forestal de Investigación y Desarrollo
 Centro de Estudios y Asesoría
 Calle Fátima, Suro 145
 Concepción
 Teléfono: (56) (41) 863 18 80
 e-mail: info@infor.cl

ELABORACIÓN:
 Unidad SGA y Sistemática
 Instituto Forestal de Investigación y Desarrollo
 Fondo del Norte 39
 Teléfono: (56) (41) 2 335 300

ESCALA 1:450.000

|

Apéndice N° 3

ENCUESTA A PROPIETARIOS DE BOSQUES DE ÑIRRE EN LA COMUNA DE COYHAIQUE



Fondo de
Investigación
del Bosque Nativo

INSTITUTO FORESTAL, SEDE PATAGONIA Encuesta a propietarios de bosques de ñire

Título del proyecto: Pautas de Manejo Silvopastoral para bosques de *Nothofagus antarctica* (ñire) en la Región de Aysén.

Objetivo de la encuesta: Conocer la actividad ganadera asociada a los bosques de ñire por parte de los productores regionales. Además de describir a los productores que poseen ñirantales asociados a la ganadería.

a) Antecedentes generales del encuestador

1	ID	
2	Fecha	
3	Encuestador(a)	

b) Antecedentes generales del propietario

4	Nombre Propietario								
5	Tipo de propietario(a)	P. Natural		P. Jurídica					
6	Razón social del propietario (a)								
7	Tamaño propietario	Peq.		Med.		Gran.			
8	Nombre del Predio								
9	Rol								
10	Dirección predio								
11	Ubicación geográfica (x y)								
12	Comuna								
13	Localidad								
14	Teléfono								
15	E-mail								
16	¿Usted vive en el predio?	Si		No		A veces			
17	Si la respuesta es no o a veces, ¿dónde vive?								
18	Si la respuesta es a veces, ¿cuántos días de la semana o mes pasa en el campo?								
19	Edad								
20	Escolaridad ¹	0	1	2	3	4	5	6	
21	Cantidad de miembros del grupo familiar que dependen económicamente del entrevistado (no incluye al entrevistado/a)								
22	Actividad productiva ²	0	1	2	3	4	5	6	7
23	% Ingresos por actividad ³	0	1	2	3	4	5		
24	Condición de salud ⁴	0		1		2		3	

¹ 0= sin estudios. 1= básica incompleta, 2= básica completa. 3= media incompleta. 4= media completa. 5= ed. Técnica. 6= ed. superior.

² 0= ganadero. 1= forestal. 2= agrícola. 3= multiplicidad de actividades (silvoagropecuaria). 4= otra actividad no ligada al campo (comercio, transporte, servicios). 5= servicio público. 6= estudiante. 7= otro.

³ 0=animales. 2= leña. 3= turismo. 4= subsidios o pensiones. 5= otros salarios.

⁴ 0= saludable. 1= saludable con pequeños problemas de salud que no le impiden trabajar. 2= medianamente saludable con problemas que le dificultan trabajar. 3= no saludable, con serios problemas de salud que le impiden trabajar.

c) Trabajadores temporales y permanentes

25	¿Contrata trabajadores permanentes?	Si		No	
26	¿Cuántos?				
27	¿Qué tipo de trabajo realizan?				
28	¿Contrata trabajadores temporales?	Si		No	
29	¿Cuántos?				
30	¿Por cuántos meses?				
31	¿Qué tipo de trabajo realizan?				

d) Antecedentes de la explotación forestal

32	Estatus legal predio	Reg.		No-Reg.	
33	Superficie predio (hectáreas)				
34	Superficie bosque nativo (hectáreas o %)				
35	Superficie cultivada (hectáreas o %)				
36	Superficie de praderas y matorrales				
37	Superficie bosque de ñire				
38	Condición del ñirantal	Mallín		Seco	
39	Realiza explotación forestal del ñirantal				
40	Posee plan de manejo forestal				
41	Quien realiza la explotación	Prop.		Terc.	
42	Que productos obtiene del ñirantal ¹	1	2	3	4
43	Producción de leña temporada (m ³ estéreo)				5

¹ 1= leña. 2= madera. 3= postes. 4= varas. 5= Otro.

e) Antecedentes subsistema ganadero en ñirantal

44	Existe presencia de ganado en el ñirantal	Si		No	
45	Tipo de ganado asociado al ñirantal ¹	1	2	3	4
46	Existe presencia de liebre en ñirantal	Si		No	
47	¿Cuántos vacunos tiene?				
48	¿Cuántos ovinos tiene?				
49	¿Cuántos caprinos tiene?				
50	Controla la capacidad de carga	Si		No	
51	Si es "si" de qué forma lo hace				
52	Calcula el aporte de pasto del ñirantal	Si		No	
53	Si es "si" de qué forma lo hace				
54	¿Separa con alambrados los sectores de mallín, estepa y/o ñire?	Si		No	
55	¿En qué momento del año (mes o temporada) coloca los animales en potreros con ñire?				
56	¿Por cuánto tiempo?				
57	¿Bajo qué objetivo coloca los animales en potreros con ñire? ²	1	2	3	4

¹ 1= vacuno. 2= ovino. 3= caprino; 4= otro.

² 1= calidad forraje. 2= cantidad forraje. 3= refugio. 4= otro.

Apéndice N° 4

ESTRUCTURA DE COSTOS DE MANEJO DE BOSQUES DE ÑIRRE

Se determinaron los costos de la faena de raleo en bosques de ñirre para la comuna de Coyhaique. La condición de bosque considera un rodal de 1 ha sin intervención a densidad completa bajo las siguientes condiciones estructurales.

Cuadro N° 1
PARÁMETROS DE ESTRUCTURA DEL BOSQUE DE ÑIRRE
ANTES Y DESPUÉS DEL RALEO CON ENFOQUE SILVOPASTORAL
BALMACEDA

Lugar		N (árbo/ha)	AB (m ² /ha)	DCM (cm)	HD (m)	SQ	VTCC (m ³ /ha)
Balmaceda	Antes	5.566±988	47,0±6,4	10,5±1,4	9,5±1,0	2,8±0,7	243,8±45,7
	Después	2.177±429	29,6±5,3	13,6±1,8	10,0±0,9	2,6±0,5	158,0±26,1

Dónde: N: densidad, AB: área basal; DCM: diámetro cuadrático medio; HD: altura dominante; SQ: calidad de sitio; VTCC: volumen total con corteza.

En la determinación de costos se consideró:

- Actividades y sub actividades inherentes al raleo.
- Costos por ítem; mano de obra, alimentación, herramientas e insumos.
- Dos escenarios dados por la realidad de la región:

Optimo: Considera todos los costos y actividades en que el propietario o una empresa de servicios incurriría para la realización de la faena forestal.

Tradicional: Responde a las actividades y costos básicos que maneja el propietario para obtener la máxima rentabilidad de la cosecha, sin considerar la totalidad de elementos de protección personal, herramientas e insumos.

1. Mano de Obra

Considera tres actividades:

Marcación de rodal y asesoría técnica: Marcación con pintura *spray* de la totalidad del rodal afecto a intervención según el plan de manejo. Contempla dos personas con conocimiento técnico y la asesoría de un profesional con experiencia en marcación de raleo para transferir el conocimiento al productor o ejecutante del raleo.

Faena de raleo: Labores de volteo, trozado y desrame de árboles, en jornadas-hombre. El valor unitario de cada jornada considera que el trabajador utilice su motosierra personal (el combustible es estimado en otro ítem), además se utilizó como factor de rendimiento el volteo de 80 árboles por jornada.

Ordenación de residuos y acopio de madera: Dos personas para ordenar los residuos del raleo (biomasa obtenida de la copa principalmente), material leñoso que es ordenado en fajas al interior del bosque. El acopio de madera corresponde a la ordenación, dentro de un área definida al interior del rodal o colindante a este, de los productos obtenidos del raleo (trozos, postes o leña).

2. Otros

Incluye los costos de los elementos de protección personal, la alimentación, insumos y herramientas que son utilizadas directamente en la faena forestal, a valores de mercado en la región.

En los Cuadros N° 2 y N° 3 se entregan los resultados de la estimación de costos según escenario y por actividades.

**Cuadro N° 2
COSTOS DE RALEO SILVOPASTORAL
ESCENARIO ÓPTIMO**

Labores	Personas (a)	Jornadas (b)	Costos		
			(\$/jornada) (c)	(\$/ ha)	(UTM/ha)
Marcación rodal y asesoría técnica	2	2	40.000	160.000	3,45
Faena de raleo	1	15	30.000	450.000	9,71
Ordenación residuos y acopio madera	2	7	40.000	280.000	6,04
Subtotal mano obra				890.000	19,20

Labores	Detalle	Costos	
		(\$/ha)	(UTM/ha)
Marcación rodal y asesoría técnica	Elementos prot. Personal (d)	60.730	1,31
	Alimentación (e)	32.000	0,69
	Insumos (f)	12.900	0,28
	Herramientas (g)	24.000	0,52
Faena de raleo	Elementos prot. Personal (d)	60.730	1,31
	Alimentación (e)	60.000	1,29
	Insumos (f)	12.900	0,28
	Herramientas (g)	24.000	0,52
Ordenación residuos y acopio madera	Elementos prot. Personal (d)	60.730	1,31
	Alimentación (e)	8.000	0,17
	Insumos (f)	-	-
	Herramientas (g)	-	-
Sub total otros		355.990	7,67

	(\$/ha)	(UTM/ha)
Sub total mano de obra	890.000	19,20
Sub total otros	355.990	7,67
TOTAL	1.245.990	26,87

$$C_{\text{mano obra}} = C_{\text{marcación y asesoría}} (a * b * c) + C_{\text{raleo}} (a * b * c) + C_{\text{ordenación y acopio}} (a * b * c)$$

$$C_{\text{otros}} = C_{\text{marcación y asesoría}} (d + e + f + g) + C_{\text{raleo}} (d + e + f + g) + C_{\text{ordenación y acopio}} (d + e + f + g)$$

Donde:

a = N° personas

b = N° jornadas

c = Costo jornada

d = Elementos protección personal

e = Alimentación

f = Insumos

g = Herramientas

**Cuadro N° 3
COSTOS DE RALEO SILVOPASTORAL
ESCENARIO TRADICIONAL**

Labores	Personas (a)	Jornadas (b)	Costos		
			(\$/jornada) (c)	(\$/ha)	(UTM/ha)
Faena de raleo	1	15	20.000	300.000	6,47
Ordenación residuos y acopio madera	1	15	15.000	225.000	4,85
Subtotal mano obra				525.000	11,32

Labores	Detalle	Costos	
		(\$/ha)	(UTM/ha)
Faena de Raleo	Alimentación (e)	45.000	0,97
Ordenación residuos y acopio madera	Elementos prot. Personal (d)	9.670	0,21
	Alimentación (e)	45.000	0,97
Subtotal otros		99.670	2,15

	(\$/ha)	(UTM/ha)
Subtotal mano de obra	525.000	11,32
Subtotal otros	99.670	2,15
TOTAL	624.670	13,47

$$C_{\text{mano obra}} = C_{\text{marcación y asesoría}} (a * b * c) + C_{\text{raleo}} (a * b * c) + C_{\text{ordenación y acopio}} (a * b * c)$$

$$C_{\text{otros}} = C_{\text{marcación y asesoría}} (d + e + f + g) + C_{\text{raleo}} (d + e + f + g) + C_{\text{ordenación y acopio}} (d + e + f + g)$$

Donde: d = Elementos protección personal
a = N° personas e = Alimentación
b = N° jornadas f = Insumos
c = Costo jornada g = Herramientas

En el Cuadro N° 4 se muestra una comparación de los costos obtenidos en este trabajo con los costos bonificables según Ley N° 20.283 y con costos obtenidos para igual faena en Argentina Pers. Com, ingeniero Santiago Favoretti).

**Cuadro N° 4
COMPARACIÓN DE LOS COSTOS DE RALEO**

Escenario Optimo	Escenario Tradicional	Ley 20.283*	Costo Argentina
(UTM/ha)			
26,87	13,47	5,93	23,25

*Ley N° 20.283 sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal. Tabla de valores para el año 2016, que determina montos máximos de las bonificaciones para las actividades referidas al Artículo 22° de la Ley. El costo de la actividad raleo de latizal *bajo* corresponde a una intervención silvicultural que se realiza en el estado de desarrollo de latizal bajo, consiste en la extracción de individuos previamente marcados, con el propósito de aumentar la tasa de crecimiento en diámetro en los árboles seleccionados que quedan en pie, permitiendo el aumento de la proporción de volumen aserrable o debobinable al momento de la cosecha final. El costo se obtuvo del Tipo Forestal Lengua.

**Costo de referencia de manejo forestal en bosques de ñirre de Tierra del Fuego (Argentina). Ingeniero forestal Santiago Favoretti, de amplio conocimiento en Cosecha forestal de bosques de lenga y ñirre. Marcación silvícola: U\$S 125/ha y cosecha forestal y extracción a área de acopio: U\$S 1500/ha

Apéndice N° 5

DISEÑO, INSUMOS Y COSTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL DE TOCONES

1. Materiales

Los materiales para la construcción de 10 protectores de acuerdo a cada diseño se describen a continuación:

- Protector tradicional

- 30 estacas de madera de 2" x 2,5 m, obtenidas del raleo de árboles delgados o ramas de árboles más grandes.
- 60 m de alambre liso acerado.
- 90 m de alambre púas.
- 180 grapas 1 1/2".
- 2 jornadas de trabajo (1 jornada= 8 h.).
- Herramientas: motosierra, 2 L. de bencina, 1 L de aceite cadena, 0.05 L aceite mezcla, lima, combo, martillo y alicate.



- Protector de malla

- 30 estacas de madera de 2" x 2,5 m, obtenidas del raleo de árboles delgados o ramas de árboles más grandes.
- 30 m de alambre liso acerado.
- 60 m de alambre púas.
- 4 rollos de malla 3/4" hexagonal galvanizada de 0,8x10 m.
- 120 grapas 1 1/2".
- 2,5 jornadas de trabajo
- Herramientas: motosierra, 2 L de bencina, 1 L de aceite cadena, 0,05 L aceite mezcla, lima, combo, martillo y alicate.



- Protector de residuos del raleo

- 30 estacas de madera de 2" x 2,5 m, obtenidas del raleo de árboles delgados o ramas de árboles más grandes.
- 20 m de alambre liso acerado.
- 60 m de alambre púas.
- 90 estacas de desecho 2" x 1 m.
- 80 grapas 1 1/2".
- 1,5 jornadas de trabajo, cada jornada de 8 h.
- Herramientas: motosierra, 3 L de bencina, 1,5 L. de aceite cadena, 0,075 L aceite mezcla, lima, combo, martillo y alicate.



2. Costos

La evaluación de costos considera valores individuales y valores por hectárea correspondientes a 5 protectores por hectárea al año.

- Protector tradicional

	Unidad	Unidades	Valor unitario (\$/und)	Costo protector (\$)	Protectores (und/ha)	Costo (\$/ha)	
Estacas de 2" x 2,5 m	unitario	3	800	2.400	15	12.000	
Alambre acerado liso	metros	6	60	360	30	1.800	
Alambre púas	metros	9	100	900	45	4.500	
Grapas 1 1/2"	unitario	18	20	360	90	1.800	
Mano obra	jornadas	0,2	25.000	5.000	1	25.000	
COSTO TOTAL				(\$/Protector)	9.020	(\$/ha)	45.100
				(UTM/ Protector)	0,19	(UTM/ ha)	0,97

- Protector malla

	Unidad	Unidades	Valor unitario (\$/und)	Costo protector (\$)	Protectores (und/ha)	Costo (\$/ha)	
Estacas de 2" x 2,5 m	unitario	3	800	2.400	15	12.000	
Alambre liso	metros	3	60	180	15	900	
Alambre púas	metros	6	100	600	30	3.000	
Malla 3/4" hex. 0,8x10 m	unitario	0,3	14.990	4.497	2	22.485	
Grapas 1 1/2"	unitario	12	20	240	60	1.200	
Mano obra	jornadas	0,25	25.000	6.250	1,25	31.250	
COSTO TOTAL				(\$/Protector)	14.167	(\$/ha)	70.835
				(UTM/Protector)	0,31	(UTM/ha)	1,53

- Protector de residuos de raleo

	Unidad	Unidades	Valor unitario (\$/und)	Costo protector (\$)	Protectores (und/ha)	Costo (\$/ha)	
Estacas de 2" x 2,5 m	unitario	3	800	2.400	15	12.000	
Alambre liso	metros	2	60	120	10	600	
Alambre púas	metros	6	100	600	30	3.000	
Estacas desecho 2" x 1 m	unitario	9	100	900	45	4.500	
Grapas 1 1/2"	unitario	8	20	160	100	2.000	
Mano obra	jornadas	0,16	25.000	4.000	0,8	20.000	
COSTO TOTAL				(\$/Protector)	8.420	(\$/ha)	42.100
				(UTM/Protector)	0,18	(UTM/ ha)	0,91

3. Construcción de Protectores

La construcción de los protectores requiere de los siguientes pasos:

Una vez seleccionadas las estacas de mayor rectitud, se procede a cortarlas con motosierra hasta un largo de 3 m.

Las estacas se entierran unos 50 cm de profundidad formando un triángulo, la distancia entre estacas es de 100 cm. Es recomendable realizar la instalación en temporada húmeda (invierno).

Una vez que las estacas están firmes en el suelo, se corta un segmento de alambre púas de 1 m para dar firmeza a la sección superior de las estacas.

La instalación del protector tradicional consiste en la corta de 3 secciones de alambre púas y 2 de alambre liso, cada sección es de 3 m aproximadamente. Se colocan alrededor de las estacas y se fija con grapas.

Para instalar el protector de malla se debe cortar el tejido galvanizado en una sección de 3 x 0,8 m. Se colocan alrededor de las estacas y se fija con grapas. En paralelo se instalan 2 secciones de alambre de púas en la parte superior y una de alambre liso en la parte inferior para evitar el ingreso de liebres.

En una primera etapa se debe elegir el tocón a proteger, procurando ubicarlo cercano a los árboles que serán cortados en las siguientes intervenciones. En paralelo se deben seleccionar estacas.



Apéndice N° 6

BASES DE UN ESTUDIO TÉCNICO PARA LA APLICACIÓN DE SISTEMAS SILVOPASTORALES EN BOSQUES DE ÑIRRE DE LA REGIÓN DE AYSÉN

1. Introducción

Los bosques de *Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oerst. (ñirre) son parte de las masas boscosas sub-antárticas de Argentina y Chile, encontrándose presentes desde los 36° 30' hasta los 56° 00' S y desde el nivel del mar hasta los 2.000 msnm (Veblen *et al.*, 1996). Poseen una gran importancia ecológica otorgada por su plasticidad a colonizar y desarrollarse en situaciones restrictivas de hábitat donde otras especies del género *Nothofagus* no son capaces de sobrevivir.

En Chile existen unas 500 mil hectáreas del denominado Subtipo Forestal Ñirre, de ellas 131.593 ha se encuentran en la región de Aysén (Salinas *et al.*, 2014). Gran parte de esta superficie se encuentra coexistiendo con ganado doméstico, a lo que se suman diferentes disturbios naturales, como incendios y plagas) y antrópicos, como talas sin criterios silvícolas y otros, lo que ha llevado a un envejecimiento y fragmentación de los ñirrales.

El incremento de la presión productiva requiere de nuevas estrategias que apunten a un manejo sustentable que combine criterios ecológicos, sociales y económicos (Martínez Pastur *et al.*, 2007).

Diversas publicaciones indican que bajo un manejo adecuado del bosque es posible reactivar la cama de semillas herbáceas y generar una capa forrajera de buena calidad, incluso es posible que algunas especies nativas originales puedan volver a poblar el suelo.

Una alternativa de manejo que alcanza un equilibrio entre la conservación del recurso bosque y la ganadería, es el sistema silvopastoril (Peri *et al.*, 2005). El desarrollo de sistemas silvopastoriles en Patagonia podría constituir una alternativa productiva sustentable, contemplando incluso la posibilidad de recuperar ecosistemas degradados (Peri *et al.*, 2013).

Sin embargo, en Chile no existen planes de manejo para realizar sistemas silvopastorales en bosques de ñirre.

La situación descrita motivó a INFOR a incluir en el presente documento orientaciones mínimas a considerar por los profesionales en el desarrollo, elaboración y aplicación de planes de manejo silvopastoral para estos bosques en la región de Aysén.

2. Objetivo

Diseñar las bases de un estudio técnico para bosques de ñirre, que combinen la conservación del suelo y agua, el manejo del recurso forestal y soporte actividades de pastoreo.

3. Desarrollo del Estudio

A continuación se entregan los contenidos mínimos que deben ser considerados para la elaboración y aplicación de planes de manejo silvopastoral en bosques de *Nothofagus antarctica* de la región de Aysén.

Gran parte de la información de este apartado está disponible en otros estudios técnicos, publicados por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), sin embargo, se estimó necesario destacarlos y complementarlos con nuevos contenidos.

4. Antecedentes del Propietario

Nombre del propietario: Nombre completo del poseedor de título de dominio de la propiedad.

RUT:

Teléfono o celular:

Correo electrónico:

Tipo de propietario: Corresponde al tamaño del propietario clasificado según dos categorías:

Pequeño propietario forestal: Persona que, reuniendo los requisitos del pequeño productor agrícola definido en el artículo 13 de la ley N°18.910, trabaja y es propietaria de uno o más predios rústicos, cuya superficie en conjunto no exceda de 12 hectáreas de riego básico, de acuerdo a su equivalencia por zona, fijada en el referido texto legal.

En todo caso, se considerará que no exceden del equivalente de 12 hectáreas de riego básico, aquellos predios que tengan una superficie inferior a 200 hectáreas, o a 500 hectáreas, cuando éstos se ubiquen en las regiones I a IV, XI, XII, en la comuna de Lonquimay en la IX Región y en la provincia de Palena en la X Región.

Se entenderán incluidas entre los pequeños propietarios forestales, las comunidades agrícolas reguladas por el decreto con fuerza de ley N°5, de 1968, del Ministerio de Agricultura, las comunidades indígenas regidas por la ley N°19.253, las comunidades sobre bienes comunes resultantes del proceso de reforma agraria, las sociedades de secano constituidas de acuerdo con el artículo 1° del decreto ley N°2.247, de 1978, y las sociedades a que se refiere el artículo 6° de la ley N° 19.118, Siempre que, a lo menos, el 60% del capital social de tales sociedades se encuentre en poder de los socios originales o de personas que tengan la calidad de pequeños propietarios forestales, según lo certifique el Servicio Agrícola y Ganadero.

Mediano Propietario Forestal: Persona natural o jurídica y comunidades que no cumplan con los requisitos establecidos en la definición de pequeño propietario forestal y cuyos ingresos anuales por ventas, servicios y otras actividades del giro no excedan las 100.000 unidades de fomento en el último año calendario.

5. Antecedentes Generales de la Propiedad

Nombre de la propiedad: Nombre del predio afecto a la solicitud de plan de manejo.

Rol de avalúo:

Ubicación (Comuna, Provincia, Región):

Coordenadas de referencia:

Vías de acceso: Describir detalladamente la ubicación del predio, utilizando referencias físicas o geográficas.

Superficie total del predio: Considerar información de diferentes fuentes externas (título de dominio, SII) o propias (estudio técnico).

Uso actual del predio: En esta sección describir los principales usos del predio y las superficies correspondientes a cada uso (bosque nativo, plantaciones, uso agrícola y/o ganadero, áreas sin vegetación, otros usos).

Roles de avalúo contiguos al predio: Al menos considerar cuatro predios colindantes en la orientación N, S, E y O.

Situación legal del predio: Descripción del tipo de tenencia, existencia de derechos a terceros, sucesión, arriendo, mediería, etc.

Historia de uso del predio: Descripción general o relato de la historia de usos del predio y detalles de ubicación de los mismos a nivel predial (de ser posible incorporar mapa que refleje el tipo de uso pasado). Para ello es fundamental rescatar información del propietario quien conoce el historial de ocupación del suelo, dando relevancia a usos ganaderos, forestales, agrícolas, turísticos u ocurrencia de disturbios como incendios forestales, sequías, cenizas volcánicas, floración masiva de caña o plagas.

6. Características del Rodal a Intervenir

- Sitio

Se refiere a una caracterización completa del sector específico a intervenir

Clima: Describir la zona climática y los principales parámetros atmosféricos (precipitación, temperatura media, velocidad de viento, heladas, etc) referenciando la fuente de información.

Pendiente: Inclinação media del sitio a manejar, considerando los siguientes rangos de pendiente:

- 0 - 30%
- 30 - 45%
- 45 - 60%
- Mayor a 60%

Profundidad de suelo: Profundidad del suelo en el área de manejo, que puede visualizarse a través de una calicata simple, corte o perfilado de suelo. Considerar el siguiente rango:

- Suelo muy delgado: < 10 cm
- Suelo delgado: entre 10 cm y 20 cm
- Suelo apropiado para el manejo del bosque: > 20 cm

Factores limitantes para el manejo: Factores del medio natural que pueden influenciar de forma negativa la estabilidad del bosque. Considerar los siguientes factores:

- Sin limitantes
- Suelo frágil
- Micro relieve
- Distancia
- Pendiente
- Pedregosidad
- Nieve o hielo

Erosión del terreno: Dividida en los siguientes grados de erosión:

Erosión moderada: Aquella en que los suelos presentan signos claros de movimiento y arrastre laminar o de manto de nivel medio, o en surcos, o de canalículos, pudiéndose identificar uno o más de los siguientes indicadores:

- Presencia del subsuelo en un área menor al 15% de la superficie.
- Presencia de pedestales y pavimentos de erosión en al menos el 15% de la superficie.
- Pérdida de suelo original entre el 20 y 60%.
- Presencia de surcos o canalículos, de profundidad menor a 0,5 m.
- Pérdida de más de un 30% del horizonte A (orgánico-mineral).

Erosión severa: Aquella en que los suelos presentan un proceso activo de movimiento y arrastre de partículas, laminar o de manto intensivo, o de zanjas o cárcavas, pudiéndose identificar uno o más de los siguientes indicadores:

- Presencia del subsuelo en un área entre 15 y 60% de la superficie.
- Presencia de pedestales y pavimentos de erosión entre el 15 y 60% de la superficie.
- Pérdida del suelo original entre el 60 y 80%.
- Presencia de zanjas o cárcavas de profundidad de 0,5 a 1 m, encontrándose a un distanciamiento medio de 10 a 20 m.
- Pérdida de hasta un 30% del horizonte B.

Erosión muy severa: Aquella en que los suelos presentan un proceso muy acelerado de movimiento y arrastre de partículas laminar o de manto, o de cárcavas, pudiéndose identificar uno o más de los siguientes indicadores:

- Se presenta a la vista el subsuelo y se encuentra visible el material de origen del suelo, en más del 60% de la superficie.
- Presencia de pedestales y pavimentos de erosión, en más del 60% de la superficie.
- Pérdida de suelo original en más del 80% y hasta 100%.
- Presencia de cárcavas de profundidad mayor a 1 m, encontrándose a un distanciamiento medio de 5 a 10 m.
- Pérdida de más del 30% del horizonte B.

- Valores y Estados de Conservación Ambiental

La mayor parte de los sistemas productivos han sido tradicionalmente evaluados por métodos económicos, basados principalmente en la rentabilidad, dejando de lado variables que pueden ser de importancia para la sustentabilidad de los sistemas productivos, como las variables ambientales y sociales. Es necesario considerar en planes de manejo este tipo de valores crecientemente toman mayor relevancia en el mundo actual.

Presencia de especies en algún grado de conservación y de valor especial: Determinar la posible existencia de especies catalogadas en algún grado de conservación al interior del predio (flora y fauna). Definir dentro de la cartografía general sitios de conservación para este tipo de especies. La información puede ser complementada por relatos de pobladores y observaciones de los técnicos durante el inventario forestal.

Fauna: Listado de especies principales de fauna presentes en el predio (nativa y exótica). Especificar presencia de especies con impacto negativo en el ambiente forestal y agrícola (liebre europea, guanaco, entre otras).

Red hidrográfica del predio: Clasificar los principales cursos de agua sean temporales o permanentes y los humedales del predio (de estos últimos el uso que se le da al mallín como invernada o veranada).

Sitios con algún grado de degradación: Relevar dentro de la cartografía los sitios que poseen algún grado de degradación por uno o más de los siguientes factores:

Incendios forestales: Oocurrencia e historia de incendios en el predio.
Sobrepastoreo. Áreas con presencia de suelo desnudo y pérdida de cobertura forestal.
Sobreexplotación forestal: Pérdida de cobertura boscosa.
Invasiones biológicas: Por ejemplo rosa mosqueta, pino, lupino, entre otras.
Presencia de sectores con signos de erosión. Laminar, en surcos, en masa
Combinación de factores.

7. Objetivo de la Intervención Silvícola

La intervención está orientada al bosque, por lo tanto el objetivo de la intervención es producción de madera o sus derivados. Como este trabajo está enmarcado en un enfoque agroforestal, el objetivo debe ser silvopastoral. Esto es producción maderera dentro de un sistema silvopastoral.

8. Características de los Componentes del Sistema

- Componente Forestal

- Descripción cualitativa del rodal a intervenir

Tipo forestal:

Subtipo forestal:

Clase de sitio: En base al estudio desarrollado por Salinas *et al.* (2016) para la comuna de Coyhaique.

Estructura actual:

Estado de desarrollo: Para no incurrir en errores y subestimaciones con la actual clasificación de estado de desarrollo, se sugiere utilizar una clasificación determinada a partir de una adaptación para ñirre de la propuesta de Schmidt y Urzúa, 1982. Para dicha clasificación se observa la forma de la corteza en el fuste a 1,30 m de altura, clasificando la formación en:

Crecimiento óptimo inicial (COI): Individuos con corteza lisa, sin grietas y las lenticelas a la vista.

Crecimiento óptimo final (COF): Individuos con corteza de grietas poco profundas que conservan vestigios de la corteza COI entre grietas.

Envejecimiento (E): Individuos cuya corteza presenta grietas de mayor profundidad que los individuos COF.

Desmoronamiento (D): Individuos cuya corteza de grietas profundas adquiere una apariencia corchosa pudiendo observarse desprendimientos de placas de corteza.

Estado sanitario:

Origen:

- **Descripción cuantitativa del rodal a intervenir**

Para la evaluación de la estructura considerar variables dasométricas solicitadas en Plan de Manejo Forestal de Bosque Nativo.

- **Componente forrajero**

Característica de las especies forrajeras actuales y las que se espera en relación a la respuesta de la pradera después de la intervención. Evaluación de productividad en MS (kg/ha) y acumulación para estimación de carga animal. Definir si existirá la posibilidad de siembra de forrajeras, análisis de suelo y si se considera corrección de nutrientes.

- **Componente ganadero**

Describir el actual método de pastoreo del predio, el tipo de ganado a integrar, el número de unidades animales por hectárea (carga animal) y época de uso del ñirrantal.

9. Propuesta Silvícola

Tratamiento Silvícola: Definir tipo de intervención, grado de intervención, criterio de intervención.

Justificación del tratamiento silvícola:

Ciclo de cortas: Cada cuanto tiempo se realizará las cortas

Actividades no silvícolas:

- **Plan operativo**

Corresponde al programa de actividades y la fecha de implementación, en un cuadro.

- **Labores para dar continuidad al estrato arbóreo**

[Considera acciones que en paralelo con las actividades silvícolas permitan dar continuidad al bosque en el marco de un sistema silvopastoral (protección individual de tocones, protección de regeneración natural, plantación bajo el dosel).

- **Medidas de protección ambiental y al recurso forestal**

Medidas para la conservación de la diversidad biológica.

Medidas de protección de masas, cursos de agua y humedales.

Medidas de protección del suelo.

Medidas para mantener la sanidad y vitalidad del ecosistema forestal.

10. Cartografía Digital

Elaboración de un plano general del predio que entregue al menos la siguiente información georreferenciada:

Límites del predio.

Red hidrográfica.

Red vial, caminos existentes internos y externos, caminos o vías a construir.

Capacidad de uso del suelo y cuadro de superficies.

Curvas de nivel

Áreas con restricciones ambientales: Graficar aquellas áreas que sea necesario proteger como resultado del análisis de las distintas variables ambientales.

Franjas de protección de cursos de agua, cuerpos de agua, humedales y glaciares.

Ubicación espacial de las parcelas de inventario.

Zonas de protección contra incendios forestales.

Indicar las coordenadas del ingreso al predio y de la casa predial.

Apéndice N° 7

PAUTAS Y RECOMENDACIONES MÍNIMAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS SILVOPASTORALES

La ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, es una herramienta para el desarrollo sustentable de estos recursos, sin embargo aún falta adecuar aspectos técnicos y legales para una buena operación.

Esta ley financia la ejecución de planes de manejo bajo los literales maderero y no maderero, pero otros usos del bosque, como el silvopastoral, no están aún considerados de manera explícita dentro de su marco legal.

En la actualidad no existen planes de manejo orientados a manejo silvopastoral en bosques de ñirre en el país. En la Patagonia argentina se elaboran y ejecutan este tipo de planes, que son presentados en las Direcciones de Bosques Provinciales.

Esta es una de las razones que motivaron a INFOR para desarrollar el presente trabajo con el objeto de un manejo forestal sostenible para bosques de ñirre, esto es que sea ecológicamente viable, económicamente factible y socialmente positivo (Peri *et al.*, 2009).

Se trata de apoyar a CONAF, como organismo regulador del Estado en la materia, con aspectos técnicos al respecto que derivan del conocimiento generado por una serie de investigaciones, para reglamentar el uso de los bosques de ñirre a través del uso silvopastoral.

Esto último es importante para enfrentar un problema que puede repercutir negativamente en ciertas áreas con bosques de ñirre donde ya se presentan preocupantes síntomas de deterioro ambiental y del bosque.

Se proponen pautas y recomendaciones mínimas para la aplicación de silvopastoreo en bosques de ñirre en la región de Aysén, que busquen mejorar la calidad y productividad de los sistemas y mejorar su conservación.

Las propuestas derivan de resultados del presente trabajo apoyado por FIBN, de investigaciones anteriores de INFOR y de la valiosa colaboración mutua que se ha sostenido con profesionales de Argentina que también encaran el desafío del manejo forestal sostenible de bosque de ñirre.

1. Plan de Manejo Silvopastoral

El primer paso es contar con planes de manejo forestal de largo y mediano plazo, se recomienda un horizonte mínimo de 5 años. En este tiempo se deben proyectar las actividades silvícolas y no silvícolas para dar comienzo al manejo del ñirral.

Es necesario consensuar y reglamentar un formulario tipo de estudio técnico, que tienda a mantener en el tiempo las funciones del bosque nativo y al mismo tiempo se ajuste a la legislación forestal vigente, sea práctico en su implementación y sirva a los organismos de fiscalización.

El plan de manejo debe considerar un inventario forestal detallado para determinar las variables dasométricas del rodal a intervenir. Según Peri *et al.* (2009) se debe considerar la densidad y estado de la regeneración, la información productiva del predio y los objetivos del manejo del recurso forestal.

Se elabora un plan de manejo que incluye la información de base (estado legal, forestal y económico) y la planificación de las actividades silvícolas y de aprovechamiento en un tiempo establecido, para lo que se recomienda un período mínimo de 5 años.

Asimismo, es importante desarrollar un Sistema de Información Geográfica (SIG) que contenga la información digital proveniente de un inventario detallado a escala regional del estado actual de los bosques de ñirre.

Este instrumento de manejo del bosque debe considerar los siguientes aspectos generales:

- a. Objetivos del plan de manejo silvopastoral
- b. Aspectos legales y administrativos de la propiedad y el poseedor del dominio vigente.
- c. Descripción de los recursos forestales que serán manejados, del entorno natural y de las limitantes ambientales existentes.
- d. Inventario forestal diseñado en función de los objetivos de manejo.
- e. Descripción de una propuesta silvícola de manejo detallada.
- f. Técnicas para dar continuidad al bosque en función de la información generada en el inventario.
- g. Ajuste de carga animal en base a una evaluación de la estrata herbácea.
- h. Descripción y justificación de las técnicas de aprovechamiento y del equipamiento utilizado (camino, vías de saca, maquinaria, bueyes).
- i. Medidas para el monitoreo de la dinámica del bosque y sotobosque, y medidas de mitigación de los impactos ambientales ocasionados.
- j. Cartografía georreferenciada que identifique la ubicación, las vías de acceso a la propiedad, rodales a intervenir, proyección de caminos y los aspectos naturales relevantes.
- k. Plan operativo anual: descripción de todas las actividades anuales contenidas dentro del Plan de Manejo Silvopastoral.
- l. Evaluación de Pastizales previo y posterior a las intervenciones silvícolas tendrá el objetivo de proveer información que permita tomar decisiones de manejo para optimizar la producción ganadera en los sistemas silvopastorales.
- m. Planificación del Pastoreo, el cual consiste en determinar el número de animales (carga animal) y la época de uso de cada potrero.
Para esta actividad se consideran las siguientes etapas:
 - (i) Estimación de la receptividad de los potreros.
 - (ii) Asignación de tipo de animal por potrero priorizando según situación, objetivos y requerimientos.
 - (iii) Definición del sistema de pastoreo analizando las ventajas de pastoreo continuo vs pastoreo rotativo.
 - (iv) Definición de número de cabezas según receptividad, categoría animal y época de uso.

Un estudio técnico de manejo silvopastoral en bosques de ñirre, debería identificar al menos los siguientes términos a partir de los componentes (Figura N° 1):

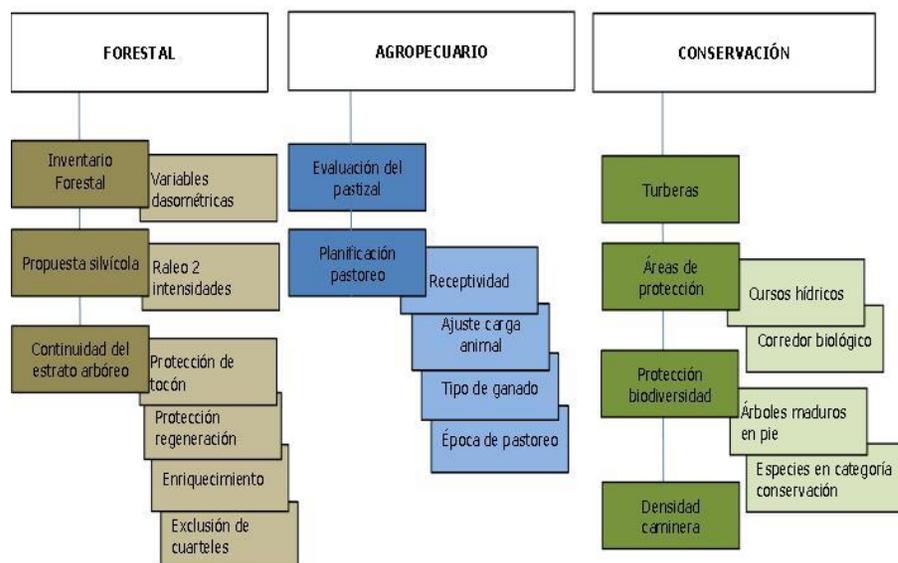


Figura N° 1
COMPONENTES SISTEMA SILVOPASTORAL

2. Propuesta Silvícola

La propuesta de manejo silvícola para bosques de ñirre considera raleos a diferentes intensidades dependiendo del sitio y principalmente de la disponibilidad hídrica del suelo.

Integrando el conocimiento generados por el proyecto y de diversos trabajos de investigación científica y aplicada realizados en Argentina, se proponen dos intensidades de raleo para diferentes condiciones de sitios de bosques de ñirre evaluadas. Tomando en consideración lo expuesto por Peri *et al.* (2009) y conociendo la realidad regional se propone excluir de toda actividad de aprovechamiento silvícola aquellos bosques o formaciones con alturas dominantes inferiores a 4 m debido a la fragilidad ambiental del ecosistema.

Se propone la aplicación de raleo bajo dos intensidades:

Ñirrales en condición de transición con estepa: En sitios de estrés hídrico se recomienda una intensidad máxima de raleo que deje una cobertura de copas remanente de 50%, la corta se realizará de forma homogénea en el rodal, permitiendo un distanciamiento uniforme entre árboles.

Al mismo tiempo se recomienda un tipo de raleo por lo bajo, es decir, eliminar los árboles de las clases inferiores con el objetivo de beneficiar en calidad del rodal futuro.

Esta intervención permitirá aumentar el DMC en un 15% y aumentar el incremento medio anual en diámetro en un 438% en comparación con un bosque sin manejo.

En términos de área basal, se recomienda no remover más de 45% del total de área basal, con la remoción de este porcentaje se logró aumentar el incremento anual en área basal (m^2/ha) en un 253% en comparación al bosque sin manejo.

A la vez, la intervención provocará un aumento de luminosidad, lo cual determinaría un aumento de materia seca (MS) en la estrata herbácea de 2.526 ± 1.259 kg/ha/año partiendo de un bosque cerrado con un 70-80% de cobertura.

Los sitios de estrés hídrico severo son definidos como aquellos ñirrales con alturas de los árboles dominantes entre los 5-8 m. Estos sitios corresponden por ejemplo a zonas del límite entre estepa y bosque, donde el clima determina un régimen con un fuerte déficit hídrico coincidente con la estación de crecimiento.

En estos sitios, las plantas sometidas a un sombreado y protegidas del efecto desecante de los fuertes vientos presentan menores tasas de transpiración y evaporación en comparación con sitios abiertos. Esta diferencia en la disponibilidad de agua en el suelo en los sistemas silvopastorales, en comparación con pastizales puros, determina una mayor productividad.

Para la región de Aysén, estos sitios corresponden a las localidades cercanas al límite fronterizo con Argentina. Por ejemplo, en estos sitios de severo estrés hídrico se alcanzó la máxima tasa de crecimiento de materia seca con una cobertura de copas del 55% (Peri, 2005).

Ñirrales en condición de humedad favorable: En condiciones de sitios con un régimen de precipitaciones más favorable o ñirrales con alturas de los árboles dominantes superiores a los 8 m, que puedan crecer en sitios de mallín temporal (aquellos que reciben afluencia de agua y esta se mantiene solamente unos pocos meses al año), se recomienda una intensidad máxima de raleo que deje una cobertura de copas remanente entre 55 y 60%.

La corta se realiza bajo los criterios antes mencionados (raleo por lo bajo). Esta intervención permitirá aumentar el DMC en un 30% y un incremento medio anual en diámetro en un 400% en relación al bosque sin intervención.

En términos de área basal, se recomienda remover entre 35 y 40% del total de área basal. Al remover el 37% del AB total en el sitio Balmaceda, se logró un incremento anual en área basal (m^2/ha) del orden de 253% en comparación al bosque sin manejo.

En términos generales esta propuesta de raleo es más conservadora que la anterior, esto debido principalmente a la situación en estudio, es decir, la presencia de un mallín temporal, donde existen factores que pueden perjudicar la estabilidad del bosque después del raleo, tales como; raíces superficiales, suelo delgado, napa freática elevada, velocidad del viento, entre otras.

Por ello, debe considerarse esta disminución de la intensidad de corta en situaciones relacionadas directamente a mallines temporales.

Para ambas condiciones se considera dejar una zona de protección contra el viento por el borde del rodal. Esta zona de protección eólica debiera al menos considerar un ancho igual a la altura media del bosque.

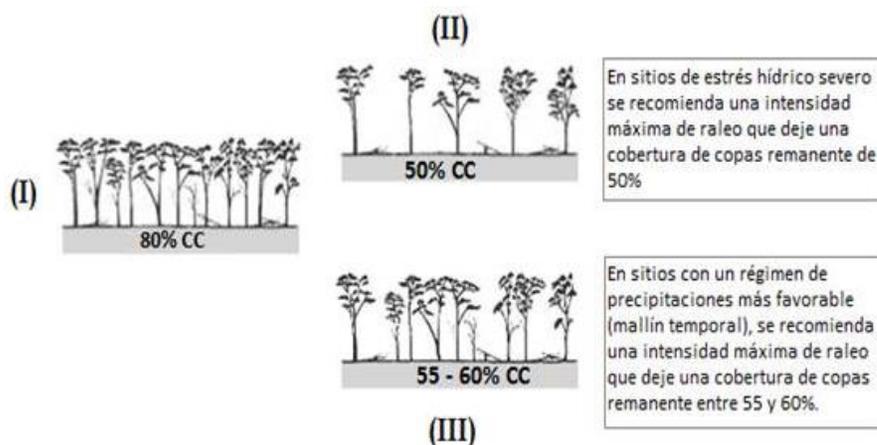
Situación distinta ocurre en ñirrales del morfotipo arbóreo que crecen en buenos sitios con precipitaciones favorables y suelo profundos, alcanzando alturas mayores a 20 m (menor proporción en la región, ejemplo de ello son formación de Bahía Murta), para este tipo de sitios se puede considerar la propuesta más intensa de raleo.

La disminución de la cobertura permitiría un aumento en MS de la pradera de 2.914 ± 396 kg/ha/año partiendo de un bosque cerrado con 70-80% de cobertura. En estos sitios se detectó una disminución de la tasa de crecimiento de materia seca de la pastura aproximadamente lineal con el aumento de la cobertura de copas. Sin embargo, la presencia de árboles en estos sitios disminuye el daño directo ocasionado por las heladas y la acumulación de nieve sobre las pasturas. Por ello, el período vegetativo de los pastos se alarga en sistemas

silvopastorales comparados al de un pastizal abierto, modificando de esta manera la duración de la oferta forrajera para los animales.



Figura N° 2
ÑIRRANTALES EN CONDICIONES DE SITIO FAVORABLES ALCANZANDO ALTURAS DE 23 m
BAHÍA MURTA



(Fuente: Adaptada de Peri *et al.*, 2009)

I. Bosque sin intervención a cobertura completa cercana al 80%.

II. Propuesta silvícola para ñirrales creciendo en lugares seco, de transición con la estepa, siempre que la altura dominante esté entre 5 y 8 m.

III. Propuesta silvícola para ñirrales creciendo en situaciones de humedad más favorables, que forman ecosistemas de mallín temporal.

Figura N° 3
PROPUESTA SILVÍCOLA PARA BOSQUES DE ÑIRRE BAJO ENFOQUE SILVOPASTORAL

Se plantea un *Sistema de Manejo Silvopastoral Rotativo* (Figura N° 4) con el fin de mantener un orden en el manejo de los potreros de ñirre principalmente en el componente animal. En este sentido se consideran ciclos de corta cada 5 años y superficies de intervención relacionadas a la capacidad de gestión del productor. Cada acción silvícola de raleo deberá ir ligada a una actividad destinada a dar continuidad al bosque (Ej. protección individual de tocones) y finalmente se recomienda como una práctica de conservación dejar una zona de

recuperación de al menos 25% del área a intervenir, esta zona tiene como objetivo recuperar ñirrales degradados por factores bióticos o abióticos, zona en la que es fundamental la exclusión del ganado.

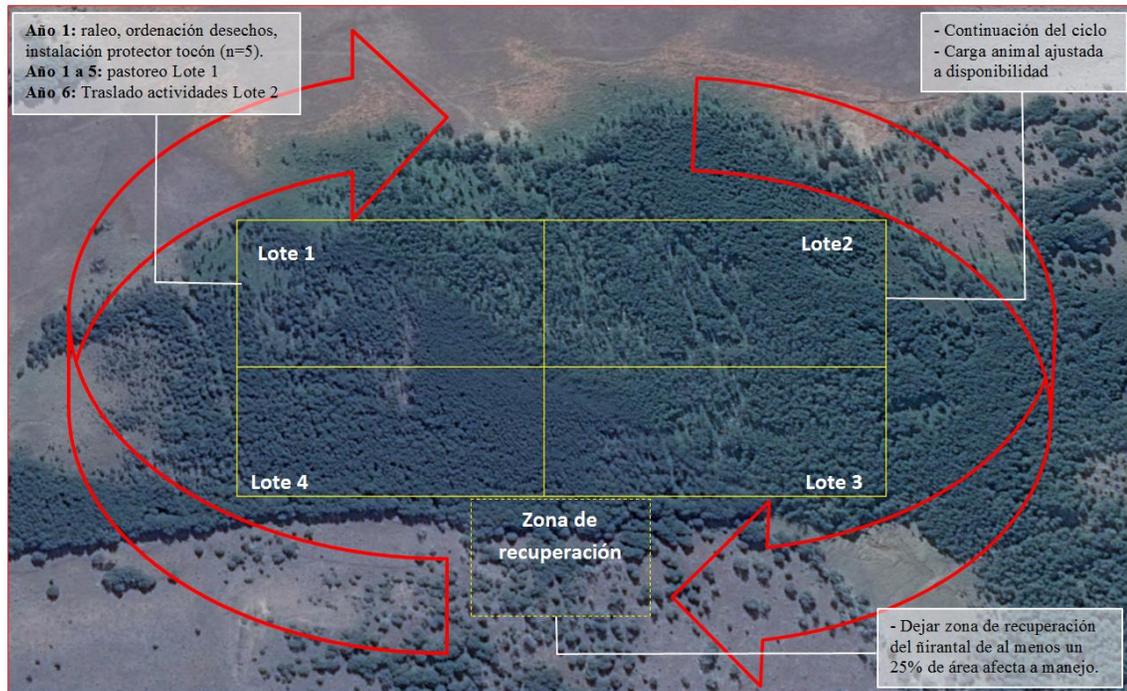


Figura N° 4
SISTEMA DE MANEJO SILVOPASTORAL ROTATIVO

Cada una de las propuestas debe ir detallada en el plan de manejo silvopastoral, junto con el programa de cortas anuales planteadas. Una vez definida las áreas de corta, el extensionista o profesional debe realizar la marcación y la capacitación al productor, plantear la ubicación de las vías de saca y las canchas de acopio o caminos internos si fuera el caso.

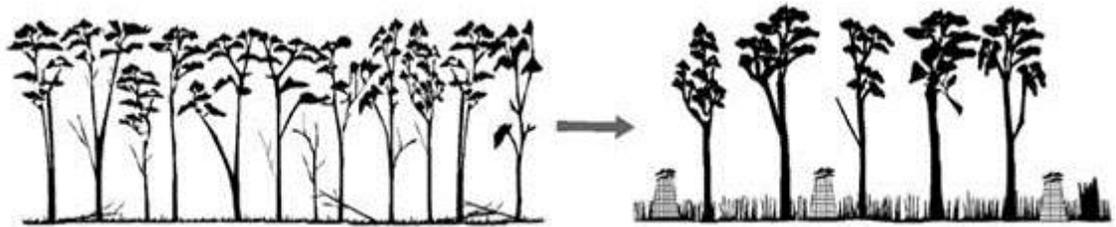
3. Labores de Continuidad el Estrato Arbóreo

Se recomienda que toda actividad de manejo silvopastoral en bosque de ñirre, se realice en conjunto con una actividad orientada a dar continuidad al bosque. No es posible compatibilizar la actividad pecuaria y la forestal a largo plazo, sin tener en cuenta la mantención del bosque y las funciones que presta para la sociedad. La permanencia del dosel del bosque mantiene la productividad de pasto, da reparo para los animales, conserva servicios ambientales, como control de erosión, calidad de agua, biodiversidad y otros, y permite una producción diversificada (Peri *et al.*, 2009).

La continuidad del bosque es posible a través de las diversas estrategias de regeneración de la especie. Evaluaciones de ensayos de regeneración natural, estudios de germinación bajo condiciones controladas realizados por el proyecto y estudios de largo plazo desarrollados por investigadores de Argentina, referidos a cuantificar la producción y calidad de semillas, la caracterización del banco de plántulas (incorporación, mortalidad y crecimiento) en bosques de ñirre en diferentes calidades de sitio (Tejera *et al.*, 2005; Peri *et al.*, 2006; Hansen *et al.*, 2004) indican que la continuidad del estrato arbóreo bajo uso silvopastoral no puede asegurarse solo mediante la regeneración natural por semillas, por lo que es necesario aplicar

otras técnicas silviculturales que permitan asegurar la permanencia del bosque y al mismo tiempo soportar actividades de silvopastoreo.

La protección individual de tocones probada por el proyecto da resultados positivos. Se la puede aplicar después del raleo y cumple la función de proteger los brotes vegetativos desde los tocones hasta que alcanzan una altura mayor a 2,5 m y quedan fuera del alcance del ramoneo de los animales, esto se logra entre los 5 a 7 años después de establecida la protección (Figura N° 5).



(Fuente: Adaptada de Peri *et al.*, 2009)

Figura N° 5
PROTECCIÓN INDIVIDUAL DE TOCONES

En Apéndice N° 3 se presentan tres prototipos de protector individual, además se entrega información sobre el método y materiales de construcción y sus costos, con esta información sería posible integrar esta actividad como bonificable en la tabla de costos de la Ley 20.283 (Figura N° 6).



Figura N° 6
PROTECCIÓN DE TOCÓN MALLA

Las recomendaciones generales para la construcción e implementación de protectores individuales derivadas de los ensayos del proyecto y de los trabajos de Peri *et al.* (2009) se entregan a continuación.

- Realizar las labores de instalación en temporadas invernales, con el fin de que el suelo entregue mayor facilidad para clavar las estacas.
- Utilizar estacas de un largo no mayor a 2,5 m, con el fin de facilitar el clavado y maniobrabilidad en terreno.
- Las estacas no deben tener podredumbre basal, tampoco curvatura muy pronunciada.
- Estacas muy gruesas dificultarán el clavado, y estacas muy delgadas debilitarán la estructura y pueden romperse al ser clavadas, o volteadas posteriormente por los animales. Se recomiendan estacas de 2 a 3 pulgadas de diámetro.
- Al momento de elaborar la preparar realice una punta en la parte inferior para facilitar el trabajo.
- Utilizar estacas que provengan del raleo del ñirrantal, no utilizar maderas blandas como álamo o pino.
- El uso de alambre galvanizado o acerado prolongará la vida útil del protector.
- Si es común la acumulación de nieve en la zona a instalar el protector, se recomienda utilizar estacas de mayor tamaño.

Otra práctica necesaria de implementar en sitios donde no se observa regeneración natural establecida, es incorporar plantas de ñirre producidas en vivero con semilla obtenida de poblaciones cercanas al lugar de repoblamiento. Esta práctica está definida en el Reglamento del Fondo de Conservación, Recuperación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo, creado por la Ley N° 20.283 bajo los siguientes conceptos:

Enriquecimiento ecológico: Incorporación de plantas de especies nativas o autóctonas a un predio. Las plantas a incorporar de las especies a establecer, deben provenir de semillas o propágulos de las poblaciones silvestres más próximas al área a manejar.

Revegetación: Acción de repoblar con vegetación nativa o autóctona, mediante manejo de la regeneración natural, siembra o plantación, un terreno. Tratándose de siembra o plantación se deben utilizar semillas o propágulos de las poblaciones silvestres más próximas al área a manejar.

Si bien se desconoce el número de plantas a integrar en los diferentes estadios del bosque, se considera necesario en una primera etapa proteger 200 árb/ha, hasta que logren una altura adecuada que evite el ramoneo y soporte futuras intervenciones silvícolas, posteriormente es necesario proteger los siguientes 200 árb/ha.

Se recomienda realizar una plantación en grupo de 10 a 20 plantas con protección individual (malla raschel, policarbonato, otros) y cerco perimetral a este grupo de plantas (Figura N° 7), de esta forma se puede llegar a una densidad final estimada en 150 a 250 árb/ha (considerando muerte de algunas por factores bióticos y abióticos).

Peri *et al.* (2009) estiman que se deberá proteger renovales de ñirre a razón de 2 a 5/ha/año hasta asegurar el reemplazo total de los individuos en fases de envejecimiento o

desmoronamiento (con edades superiores a los 150 años), para obtener la densidad final definida en cada sitio.



Figura N° 7
PLANTACIÓN EN GRUPOS CON PROTECCIÓN INDIVIDUAL DE MALLA Y CERCO PERIMETRAL
TREVELIN, ARGENTINA

4. Labores de Conservación del Ñirrantal

Dentro del proyecto no se propuso entre los objetivos plantear las labores de conservación de los ñirrantales, sin embargo es necesario integrar pautas mínimas para compatibilizar el manejo y la conservación de los bosques.

Se efectuó una revisión bibliográfica de diferentes autores (Rush *et al.*, 2004; Peri *et al.*, 2009; Hansen *et al.*, 2008; Peri, 2009a) información que sumada a la experiencia reunida por el equipo técnico del proyecto permite definir algunos resguardos para no comprometer al ecosistema dominado por ñirre.

- Red Caminera

Se debe considerar y privilegiar el uso y habilitación de caminos existentes en los predios, excepto en situaciones en las que su utilización pudiera provocar o agravar procesos erosivos.

Según lo citado por Rusch *et al.* (2004) la densidad de caminos debe ser preferentemente menor a 30 m/ha.

El área alterada por la red de caminos no debe superar un 5% de la superficie manejada.

Aquellos caminos que hayan cumplido su vida útil, o se consideren actualmente en exceso, deben ser desactivados, cuando no sea posible realizar un adecuado mantenimiento de su estado incluyendo sus obras de drenaje.

Al trazar caminos en valles o cerca de ellos, se debe evitar localizarlos al pie de laderas inestables o áreas de mucha humedad, o en pendientes $> 25^\circ$ (46,6%). Cuando un camino se localice paralelo a un curso de agua, debe ser ubicado fuera de la zona de manejo del cauce, con el fin de impedir la entrada de sedimentos a este.

La pendiente longitudinal del camino debe contar con un mínimo de 3%. A fin de disminuir la remoción, es conveniente incluir tramos cortos (60-90 m) con pendientes longitudinales más inclinadas.

Las pendientes máximas no deben superar el 12% (6,8°), excepcionalmente podrán trazarse tramos no mayores a 50 metros de longitud con 15% de pendiente (8,5°).

El camino debe tener una pendiente transversal o bombeo del 3 al 5% (1,7 a 2,9°) (Rusch *et al.*, 2004).

- Zonas Ribereñas y Recursos Hídricos

Las zonas ribereñas, son ecosistemas dependientes de cursos o cuerpos de agua con una matriz variable de vegetación, inmersos en cuencas hidrográficas.

Estas zonas cumplen funciones esenciales para la preservación de ecosistemas y sus relaciones territoriales, influyendo en el paisaje en términos de riqueza y belleza natural, a la vez que suministran bienes y servicios para la biota y el bienestar humano (Romero *et al.*, 2014).

Si al interior del predio o en márgenes de los ñirrales existen estas zonas, deben considerarse áreas de conservación que permitan mantener las funciones que cumple la vegetación para los cursos de agua.

Respecto a los cauces de ríos y arroyos Rusch *et al.* (2004) plantean que se deberá dejar una zona de protección de 15 a 60 m.

En cuanto a los cauces de ríos principales y lagos, Peri *et al.* (2009) consideran dejar una zona de protección de 100 m, mientras que en los bordes de lagunas y arroyos la zona de protección deberá estar en el orden de los 50 m.

Sin embargo, la actual legislación de Chile relacionada con el Reglamento de Suelos, Agua y Humedales de la Ley 20.283, plantea una serie de medidas (Figura N° 8) para resguardar toda intervención en zonas aledañas a cursos de agua, donde se deberá cumplir con las prescripciones establecidas en este reglamento, con el objeto de proteger los suelos, manantiales, cuerpos y cursos naturales de agua y humedales.

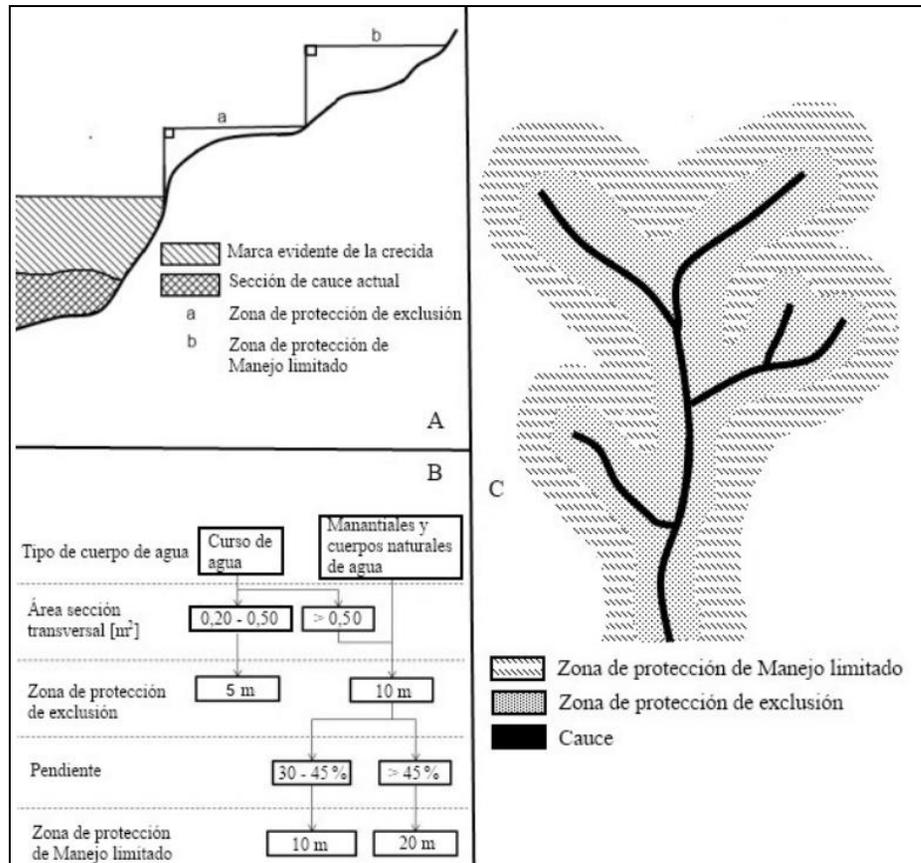
Se deberá evitar que las vías de saca de madera crucen cauces de ríos o arroyos o humedales. El volteo de árboles debe evitar el daño a los árboles ubicados en la zona de protección de cauces.

Si en el momento que se realice la intervención silvícola, algún árbol cae dentro de la zona del cauce, éste debe ser trozado y sacado inmediatamente, evitando la alteración sobre la zona de protección y el propio cauce (Gayoso y Acuña, 1999).

En ningún caso el cauce del río debe ser usado como vía de maderero. En zonas de alta humedad (mallín), se recomienda el uso de animales de tiro para realizar el maderero.

Los arroyos y cursos hídricos deben ser excluidos de toda acción de corta y de tránsito animal, más aun cuando el recurso hídrico sea utilizado en consumo humano.

Se recomienda usar bebederos plásticos para hidratar el ganado y evitar el consumo en cursos naturales.



(Fuente: Romero *et al.*, 2014)

A) Sección transversal de un curso de agua.

B) Esquema del actual Reglamento de Suelo, Agua y Humedales (Ley 20.283) que señala el establecimiento de zonas de protección para distintos cuerpos de agua.

C) Diagrama de la disposición final de las zonas de protección.

Figura N° 8 CARACTERIZACIÓN DE LA NORMATIVA VIGENTE EN CHILE EN RELACIÓN CON LA PROTECCIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA

- Biodiversidad

En el territorio nacional los terrenos del SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado) cumplen la gran función de conservar la diversidad biológica, sin embargo, por si solo este mecanismo no es suficiente para garantizar la conservación de la biodiversidad. Por ello, es necesario que las áreas bajo uso productivo también participen en procesos que compatibilicen la conservación (Miller, 1996) con la necesidad de satisfacer los requerimientos de las poblaciones con ellos relacionadas (Aplet *et al.*, 1993).

La propuesta de manejo silvícola, acompañada de plantación en grupos, debería tender a promover la formación de bosques coetáneos en etapas sucesivas, de manera de establecer a una escala de predio, bosques disetáneos que permitan mantener en todo momento bosques maduros e individuos en desmoronamiento que favorezcan la biodiversidad del sistema (Peri *et al.*, 2009).

Para la mantención de aves insectívoras (Ej. Carpintero) deberán dejarse individuos enfermos y muertos de diámetros avanzados para el anidamiento de aves. Al mismo tiempo se deben mantener en el predio áreas con sotobosque y troncos caídos. Es ideal que estas áreas se conecten entre sí para favorecer el mantenimiento de la fauna. Las áreas de caña favorecen la presencia de aves de sotobosque y mantienen especies clave para la alimentación invernal del ganado. Asimismo, áreas de mantenimiento de arbustos permitirán la conservación de numerosas especies de aves e insectos (Rusch *et al.*, 2004).

La corta de vegetación en áreas riparianas afecta la oferta de desechos (ramas, hojas, etc) que caen al cauce y en las zonas adyacentes, los cuales tienen múltiples beneficios como servir de hábitat para la fauna y ser fuente de alimento para fauna acuática y terrestre. Mantener la estructura física del cauce y disipar la energía del agua, lo que es especialmente importante en periodos de crecidas (Bannerman, 1998; Gayoso y Acuña, 1999).

- Monitoreo de las Intervenciones

Debido al largo plazo que caracteriza a los procesos que ocurren en los bosques, resulta imprescindible monitorear los efectos de las intervenciones, como el impacto en la producción, la biodiversidad y la estabilidad del rodal respecto al viento. A mediano y largo plazo se necesita evaluar el efecto del raleo a través de la instalación de parcelas permanentes de muestreo. Estas mediciones no solo contribuirán con información para mitigar los posibles efectos negativos para el ñirrantal, sino que permitirán además elaborar protocolos de manejo que faciliten su sustentabilidad (Peri *et al.*, 2009).

- Restauración de Bosques Degradados

En los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro período de tiempo comparable de la historia humana. El desafío de revertir la degradación de los ecosistemas y al mismo tiempo satisfacer las mayores demandas por sus servicios puede ser resuelto, si se introducen cambios significativos en las políticas, en las instituciones y en las prácticas.

La restauración de bosques es una compleja actividad de largo plazo, que requiere cuidadosa planificación, ejecución y seguimiento. El objetivo de la restauración forestal es devolver un bosque degradado a su estado original, esto es restablecer su estructura, productividad y diversidad de especies a una situación teóricamente originaria en un lugar.

Los bosques nativos son ecosistemas que entregan diferentes bienes y servicios a la comunidad y la sociedad en general. Entre ellos Peri *et al.* (2009) destacan bienes productivos (como madera, leña, fibras naturales, especies de sotobosque de valor ornamental, otros), mantención de la biodiversidad (sotobosque, aves, insectos, mamíferos), preservación del ambiente (oferta de aire puro y agua pura, mitigación de la erosión eólica e hídrica; mantenimiento de la fertilidad del suelo, otros), fijación de dióxido de carbono, valor paisajístico y potencial turístico. Cuando se pierden estos bienes y servicios del bosque, la restauración de las áreas degradadas ofrece una alternativa de recuperación de ellos para las actuales y futuras generaciones.

La capacidad y velocidad de recuperación de los distintos tipos de ecosistemas degradados están determinadas básicamente por los mecanismos de regeneración de las principales especies que los integran, por su grado de exposición a las fuerzas erosivas (viento y pendiente) y a la presión de agentes externos (pastoreo, incendios).

La recuperación pasiva de los ñirrantales afectados es difícil aún, ya que al modo de reproducción por semilla propia de la especie se suma que los bosques quemados o bajo

pastoreo se encontraban en áreas marginales de su distribución natural, constituyendo así ecosistemas de alta fragilidad.

Sin embargo, propuestas de restauración para las áreas degradadas de bosques nativos de ñirre, debido a la acción combinada de incendios forestales, alta cobertura de gramíneas exóticas, lejanía de árboles semilleros y presión del ramoneo exigen medidas para reestablecer el bosque nativo a través de prácticas de restauración activas.

Como prioridad, las propuestas de restauración de zonas degradadas debieran comenzar por recuperar la masa forestal de ñirre en las áreas de cauces de ríos y arroyos para el control hídrico de la cuenca mantener la cantidad y calidad de agua.



Incendios forestales (izquierda) Presión ganadera (derecha)

Figura N° 9 BOSQUES DE ÑIRRE DEGRADADOS POR DIFERENTES FACTORES

En una segunda fase se debe priorizar la recuperación de las áreas degradadas en la zona circundante a donde se desarrollan tareas de aprovechamiento forestal o que tienen una fuerte actividad ganadera. Como la distribución original del bosque degradado mayoritariamente corresponde a ñirre en una disposición irregular en isletas, se propone para la restauración utilizar la misma especie en la conformación de agregados o bosquetes de recolonización.

Se ha observado que la regeneración natural avanza lentamente desde los bosques remanentes marcando un frente de recolonización a pocos metros del borde de la isleta de árboles supervivientes. De este modo la recolonización de toda el área demandaría varias generaciones, cada una avanzando pocos metros sobre la anterior. Una estrategia para optimizar el esfuerzo de restauración sería crear agregados o isletas de recolonización dispersas en toda la superficie afectada. Así, en la próxima generación, la colonización de cada agregado lograría recobrar la continuidad del bosque original.

La intensidad de restauración de las áreas degradadas está determinada por la combinación del diámetro de los agregados o bosquetes de recolonización y la distancia entre ellos. De acuerdo a las condiciones ambientales y de relieve se proponen diferentes intensidades de restauración por agregados.

Por ejemplo, en exposiciones de laderas expuestas a los fuertes vientos del cuadrante oeste-sudoeste se propone una mayor intensidad de restauración determinada por un diámetro mínimo de cada agregado de recolonización de 30 m y con distanciamientos medios entre agregados de 30 m.

Para zonas más favorables (exposiciones este, precipitaciones superiores a los 600 mm anuales o cañadones protegidos) se recomienda para optimizar el ritmo de restauración una intensidad de 30 a 60 m de diámetro de cada agregado con distanciamientos de 60 a 100 m entre ellos.

La densidad de plantación promedio dentro de cada agregado será determinada por un distanciamiento de 2 x 2 m entre árboles (equivalente a una densidad de 2.500 plantas/ha). El número total de árboles dentro de cada agregado varía con los diámetros propuestos desde 177 a 707 árboles/agregado. Teniendo en cuenta el número de árboles dentro de cada agregado y la distancia entre los mismos se calcula el número total de árboles a forestar por hectárea en el proceso de restauración, el cual varía de 350 a 693 árb/ha.

Para aumentar las probabilidades de prendimiento y desarrollo en el proceso de restauración, las plantas deberán tener como mínimo una altura media de 20 a 30 cm y un diámetro a la altura del cuello de 3 a 5 mm al momento de llevarlas a plantación.

Las plantas de ñirre se pueden obtener a partir de la producción en viveros o desde regeneración natural del bosque. El momento óptimo para efectuar extraer las plantas agosto cuando aún no han brotado. Luego de extraídas las plantas se deberá evitar la desecación de las raíces para su traslado al lugar de plantación cubriéndolas con bolsas de arpillera humedecidas. En gran medida el éxito de prendimiento de la plantación depende de evitar el desecamiento de raíces (Peri *et al.*, 2009).

5. Estrategia de Implementación de Sistemas Silvopastorales

Para la puesta en marcha de una estrategia de implementación de sistemas silvopastorales en bosques de ñirre, es necesario disponer de tres aspectos relevantes para su implementación:

- Establecer unidades demostrativas de investigación silvopastoral de largo plazo, para transferir los conocimientos a los actores locales.
- Capacitar a los productores y profesionales locales y mejorar sus capacidades para una adecuada aplicación de las pautas de manejo silvopastoral.
- Monitoreo y evaluación permanente de las labores de manejo silvopastoral aplicadas por los productores y evaluación de la respuesta a las intervenciones de los componentes del sistema para mantener las pautas o incorporar modificaciones.

Una de las ventajas en la región de Aysén radica en que ya hay unidades de investigación y transferencia implementadas, por lo cual solo habría que mantenerlas y darles seguimiento. Para una correcta ejecución del manejo silvopastoral, la información entregada a los productores por parte de los técnicos debe ser concordante con lo planteado en las pautas. Por ello, contar con profesionales y técnicos capacitados para la implementación de planes de manejo y realizar extensionismo tecnológico con los dueños de predios es fundamental.

Las instituciones del agro relacionadas con el bosque desde su ámbito institucional deben implementar y apoyar la implementación de las pautas de manejo silvopastoral. CONAF debería cumplir la tarea de crear programas internos o con recursos regionales para fomentar el manejo del bosque nativo de ñirre y a la vez monitorear los planes de manejo y la aplicación de ellos.

Por su parte, INFOR deberá velar a largo plazo por actualizar la investigación en torno al manejo silvícola de este tipo de bosques u otros que estén con ganadería integrada, a la vez que transferir los conocimientos generados en las unidades demostrativas a los productores, profesionales y extensionistas.



INFOR

www.infor.cl