



022/2013

Pautas de manejo silvopastoral en bosques de *Nothofagus antarctica* (ñirre) en la Región de Aysén



022/2013

Pautas de manejo silvopastoral en bosques de *Nothofagus antarctica* (ñirre) en la Región de Aysén

Financiado por
Fondo de Investigación del Bosque Nativo

Investigador(a) Responsable

Jaime Salinas S.¹, Ing. Forestal

Co-investigador (es)

Álvaro Sotomayor G.², Dr.

Pablo Peri M.³, Dr.

Christian Hepp K.⁴, Ph.D.

Christian Little C.⁵, Dr.

Ivan Moya N.¹, Ing. For.

Bernardo Acuña A.¹, Tec. Agr.

Institución Patrocinante

Instituto Forestal

Institución(es) Asociada(s)

SAG, Aysén

INIA Tamel Aike

INTA, Santa Cruz, Argentina

Marzo, 2017
Coyhaique, Chile

1 Instituto Forestal, sede Patagonia de Coyhaique.

2 Instituto Forestal, sede Biobío de Concepción.

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

4 Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario, Centro Tamel Aike de Coyhaique.

5 Instituto Forestal, sede Los Ríos.



AGRADECIMIENTOS

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, 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, a ellos nuestros sinceros agradecimientos.

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

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



TABLA DE CONTENIDO

Agradecimientos.....	2
Tabla de Contenido.....	3
Índice de Tablas.....	4
Índice de Gráficos.....	7
Índice de Figuras.....	10
Presentación.....	13
Resumen.....	14
1. Introducción.....	15
2. Marco teórico.....	16
3. Hipótesis.....	26
4. Objetivos.....	27
5. Metodología.....	28
6. Resultados.....	35
7. Discusión de resultados.....	157
8. Pautas y recomendaciones mínimas.....	168
9. Líneas futuras de investigación.....	185
10. Conclusiones.....	186
11. Bibliografía.....	195
12. Anexos.....	201

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Clasificación taxonómica de <i>Nothofagus antarctica</i>	19
Tabla 2.2. Superficie de bosque nativo, Tipo Forestal Lengua y subtipo ñirre según comunas, Región de Aysén.....	21
Tabla 2.3. Superficie de bosques de Ñirre, clasificados dentro del Tipo Forestal Lengua y matorrales de ñirre, Región de Aysén.....	21
Tabla 2.4. Superficie de bosque nativo y participación de la especie Ñirre como especie dominante según Tipo Forestal, Región de Aysén...	22
Tabla 6.1. Sitios seleccionados en el desarrollo del estudio, comuna de Coyhaique, Región de Aysén.....	35
Tabla 6.2. Fertilidad inicial de suelos (micro y macroelementos) del sector de ñirantal en condición de mallín (Balmaceda).....	41
Tabla 6.3. Fertilidad inicial de suelos (micro y macroelementos) del sector de ñirantal en condición seca (Galera chico).....	42
Tabla 6.4. Promedios y desvíos de las principales variables de la estructura pre y post raleo para los sitios de Galera Chico y Balmaceda, comuna de Coyhaique, Chile.	43
Tabla 6.5. Caracterización del muestreo de ñirre para la determinación de la edad del sitio Galera Chico, comuna de Coyhaique	45
Tabla 6.6. Promedios y desvíos de las variables de estructura forestal de las parcelas permanentes del sitio Galera Chico.....	46
Tabla 6.7. Incremento en diámetro, área basal y volumen por tratamiento para el sitio Galera Chico, comuna de Coyhaique.....	46
Tabla 6.8. Clasificación del estado de desarrollo de cada sitio, a través, de la participación porcentual del DMC en cada tratamiento.....	47
Tabla 6.9. Promedios y desvíos de las variables de estructura forestal de las parcelas permanentes del sitio Balmaceda, comuna de Coyhaique	48
Tabla 6.10. Incremento en diámetro, área basal y volumen por tratamiento para el sitio Balmaceda, comuna de Coyhaique.....	48
Tabla 6.11. Clasificación del estado de desarrollo de cada sitio, a través, de la participación porcentual del DMC en cada tratamiento.....	49
Tabla 6.12. Parámetros de cobertura del dosel en diferentes condiciones de ñirantal, evaluado a través de fotografías hemisféricas, Coyhaique, Chile.....	50
Tabla 6.13. Parámetros lumínicos de fotografías hemisféricas de un bosque de <i>N. antarctica</i> en dos condiciones de sitio, Coyhaique, Chile.	53
Tabla 6.14. Parámetros físicos de semillas de <i>Nothofagus antarctica</i> en dos condiciones de sitio, Coyhaique, Chile.....	55
Tabla 6.15. Tratamientos pre-germinativos evaluados para los ensayos de germinación de semillas de ñirre, comuna de Coyhaique...	56



Tabla 6.16. Parámetros de germinación de semillas de ñirre procedentes de los sitios Balmaceda y Galera Chico, Coyhaique, Chile	57
Tabla 6.17. Parámetros de crecimiento de plantas de ñirre producidas por semillas en vivero de INFOR, Coyhaique, Chile.....	60
Tabla 6.18. Parámetros morfológicos de hojas de ñirre obtenidas desde árboles en el bosque y de plantas producidas en invernadero...	62
Tabla 6.19. Información de sitios de colecta del material vegetativo de ñirre.....	65
Tabla 6.20. Tratamientos evaluados para el Ensayo I de reproducción vegetativa en <i>N. antarctica</i> , Coyhaique, Chile.....	65
Tabla 6.21. Tratamientos evaluados para el ensayo de reproducción vegetativa en <i>N. antarctica</i> , Coyhaique, Chile.....	66
Tabla 6.22. Resultados de la aplicación de los diferentes tratamientos con AIB en estacas de ñirre del sitio Galera Chico. La aparición de raíces y callos se expresa en porcentaje (se realizaron 5 mediciones cada 15 días).....	68
Tabla 6.23. Resultados de la aplicación de los diferentes tratamientos con AIB en estacas de ñirre del sitio Balmaceda. La aparición de raíces y callos se expresa en porcentaje (se realizaron 5 mediciones cada 15 días).....	69
Tabla 6.24. Tratamientos evaluados para el ensayo de reproducción vegetativa en <i>N. antarctica</i> , Coyhaique, Chile.....	70
Tabla 6.25. Regeneración natural de <i>Nothofagus antarctica</i> (ñirre), en bosques con cobertura completa y bosque silvopastoral en la etapa de Establecimiento (E) y Supervivencia (%S).....	72
Tabla 6.26. Diferentes tipos de protector individual de tocón evaluados en dos condiciones de bosques de ñirre, comuna Coyhaique, Chile.....	80
Tabla 6.27. Evaluación de los parámetros de tocón y porcentaje de ramoneo de brotes de ñirre, en base a dos tipos de protectores individuales, en un ñirantal en condición seco.....	81
Tabla 6.28. Evaluación de los parámetros de tocón y porcentaje de ramoneo de brotes de ñirre, en base a dos tipos de protectores individuales, en un ñirantal en condición de mallín.....	83
Tabla 6.29. Profesionales y expertos consultados en relación a su institución patrocinante.....	91
Tabla 6.30. Parámetros de estructura del bosque de ñirre antes y después del raleo con enfoque silvopastoral.....	101
Tabla 6.31. Estructura de costos de <i>Mano de obra</i> en raleo silvopastoral en bosque de ñirre en un escenario optimo, Coyhaique...	103
Tabla 6.32. Estructura de costos de <i>Mano de obra</i> en raleo silvopastoral en bosque de ñirre en un escenario tradicional,	



Coyhaique.....	104
Tabla 6.33. Comparación de los costos de raleo en bosques de ñirre derivados del estudio con otros.....	105
Tabla 6.34. Criterios para la aplicación de sistemas silvopastorales en bosques de ñirre.....	106
Tabla 6.35. Superficies potencial sustentable para uso silvopastoral en la Región de Aysén.....	106
Tabla 6.36. Fertilidad inicial de suelos del sector Balmaceda (10 cm) bajo tres condiciones ligadas al bosque de ñirre.....	109
Tabla 6.37. Fertilidad inicial de suelos del sector Balmaceda (10 cm) bajo tres condiciones ligadas al bosque de ñirre (continuación).....	109
Tabla 6.38. Fertilidad inicial de suelos del sector Galera Chico (10 cm) bajo tres condiciones ligadas al bosque de ñirre.....	110
Tabla 6.39. Fertilidad inicial de suelos del sector Balmaceda (10 cm) bajo tres condiciones ligadas al bosque de ñirre (continuación).....	110
Tabla 6.40. Composición botánica (%) para los tres tratamientos del sitio Balmaceda.....	112
Tabla 6.41. Composición botánica (%) para los tres tratamientos del sitio Balmaceda.....	114
Tabla 6.42. Resumen transectos evaluados en sitio Balmaceda.....	115
Tabla 6.43. Composición botánica de la estrata herbácea en el sector Balmaceda.....	118
Tabla 6.44. Producción de materia seca medida en jaulas de exclusión para tres situaciones ligadas a bosque de ñirre en Balmaceda. (kg MS/ha).....	119
Tabla 6.45. Composición botánica (%) para los tres tratamientos sector bosque de ñirre sin influencia de napa freática.....	121
Tabla 6.46. Composición botánica (%) para los tres tratamientos del sitio Galera chico.....	124
Tabla 6.47. Resumen de transectos evaluados en Galera Chico.....	124
Tabla 6.48. Composición botánica de la estrata herbácea bajo tres condiciones en Galera Chico.....	127
Tabla 6.49. Resumen de producción de materia seca en jaulas de exclusión en tres temporadas en la localidad de Galera Chico (kg MS/ha equivalentes).....	128
Tabla 7.1 Promedios y desvíos de las principales variables de la estructura pre y post raleo para los sitios de Galera Chico y Balmaceda, comuna de Coyhaique, Chile.....	157
Tabla 7.2 Criterios para la aplicación de sistemas silvopastorales en bosques de ñirre.....	167



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 6.1. Temperatura del aire temporada 2014 -2016 proveniente de la estación meteorológica Vista Hermosa, Chile.....	37
Gráfico 6.2. Precipitación anual acumulada y temperatura media mensual en los sitios de estudio. Información obtenida desde la estación meteorologica Vista Hermosa, Coyhaique, Chile.....	38
Gráfico 6.3. Temperatura del suelo (10 cm) durante las temporadas 2014 - Información obtenida desde la estación meteorológica Vista Hermosa, Coyhaique, Chile.....	40
Gráfico 6.4. Variación de las variables densidad, área basal, diámetro cuadrático y volumen luego de la intervención, comuna de Coyhaique, Chile. Bams= Galera Chico; Muñoz= Balmaceda.....	44
Gráfico 6.5. Participación de la posición relativa de las copas de ñirre en cada tratamiento, sitio Galera Chico, Coyhaique.....	47
Gráfico 6.6. Participación de la posición relativa de las copas de ñirre en cada tratamiento, sitio Balmaceda, Coyhaique.....	49
Gráfico 6.7. Análisis del porcentaje de apertura del canopeo en un renoval de <i>N. antarctica</i> antes y después de un raleo silvopastoral, a través, de fotografías hemisféricas (software utilizado Gap Ligth Analyzer).....	50
Gráfico 6.8. Situación de los parámetros lumínicos de fotografías hemisféricas de un bosque de <i>N. antarctica</i> en dos condiciones de sitio, Coyhaique, Chile.....	52
Gráfico 6.9. Comportamiento de la germinación acumulada y % de germinación de semillas de ñirre en la temporada 2014, procedente de un ñirantal en condición de mallín, a través de tres tratamientos pre-germinativos, Fdo. Vista Hermosa, Coyhaique, Chile.....	57
Gráfico 6.10. Curvas de germinación de ñirre, procedentes de dos condiciones de sitio en la temporada 2015, condición de mallín (superior) y condición seca (inferior), comuna de Coyhaique, Chile.....	59
Gráfico 6.11. Diagrama de cajas (Box Plot) representando los parámetros de crecimiento (DAC, HTOT) de plantas de ñirre en dos condiciones producidas por semillas en vivero de INFOR, Coyhaique.....	61
Gráfico 6.12. Diagrama de cajas (Box Plot) representando parámetros morfológicos (LARGO, ANCHO) de hojas de ñirre de dos condiciones de sitio, obtenidas desde plantas producidas en invernadero.....	63
Gráfico 6.13. Diagrama de cajas (Box Plot) representando parámetros morfológicos (LARGO, ANCHO) de hojas de ñirre de dos condiciones de sitio, obtenidas desde plantas producidas en	



invernadero.....	64
Gráfico 6.14. Efecto de diferentes concentraciones de Ácido Indol Butílico (AIB) en la sobrevivencia, formación de callos y raíces de esquejes de ñirre, Coyhaique, Chile.....	66
Gráfico 6.15. Porcentaje de enraizamiento de estacas de <i>N. antarctica</i> en dos condiciones de sitio de la Región de Aysén, Chile.....	67
Gráfico 6.16. Porcentaje de enraizamiento de estacas de <i>N. antarctica</i> en diferentes tiempos de evaluación bajo dos condiciones de sitio de la Región de Aysén, Chile.....	70
Gráfico 6.17. Tratamientos evaluados para el ensayo de reproducción vegetativa en <i>N. antarctica</i> , temporada 2016, Coyhaique, Chile.....	71
Gráfico 6.18. Porcentaje de ramoneo en brotes de <i>Nothofagus antarctica</i> , sometidos a diferentes tratamiento de protección de tocón, Coyhaique, Chile.....	82
Gráfico 6.19. Lugar de residencia de productores entrevistados, asociados a bosques de ñirre en la comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.....	84
Gráfico 6.20. Rango etario de productores entrevistados asociados a bosques de ñirre en la comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile...	85
Gráfico 6.21. Estado de salud de productores entrevistados asociados a bosques de ñirre en la comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.....	85
Gráfico 6.22. Nivel educacional de productores entrevistados asociados a bosques de ñirre en la comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.....	86
Gráfico 6.23. Actividad(es) productiva(s) de productores asociados a bosques de ñirre de la comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.	87
Gráfico 6.24. Caracterización del manejo ganadero en predios asociados a bosques de ñirre de la comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.....	87
Gráfico 6.25. Proporción de bosque nativo en relación al bosque de ñirre de productores entrevistados en la comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.....	88
Gráfico 6.26. Caracterización de la explotación forestal en predios asociados a bosques de ñirre de la comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.....	88
Gráfico 6.27. Productos obtenidos de la explotación forestal del bosque de ñirre, comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.....	89
Gráfico 6.28. Número de entrevistados en relación a la institución patrocinante y la participación. En esta imagen se muestra la relación entre el número total de personas entrevistadas y los que verdaderamente respondieron la encuesta.....	92



Gráfico 6.29. Producción de la estrata herbácea (kg MS ha ⁻¹) y altura (cm) para los tres tratamientos en ñirantal en sitio Balmaceda (Muñoz).....	111
Gráfico 6.30. Tasa de crecimiento promedio diario (kg MS ha ⁻¹ día) parados períodos en los tres tratamientos del sitio Balmaceda.....	112
Gráfico 6.31. Biomasa presente (kg MS ha ⁻¹) y altura (cm) para los tres tratamientos en el sitio Balmaceda.....	113
Gráfico 6.32. Tasa de crecimiento promedio diario (kg MS ha ⁻¹ día) para los tres tratamientos en el sitio Balmaceda.....	114
Gráfico 6.33. Distribución de parametros evaluados en transectos pradera naturalizada (sitio Balmaceda).....	115
Gráfico 6.34. Distribución de parametros evaluados en transectos bosque raleado (sitio Balmaceda).....	116
Gráfico 6.35. Distribución de parámetros evaluados en transeptos bosque sin intervenir (sitio Balmaceda).....	117
Gráfico 6.36. Producción de materia seca y altura de la estrata herbácea en un bosque de ñire (Balmaceda).....	117
Gráfico 6.37. Producción de la estrata herbácea (kg MS ha ⁻¹) y altura (cm) para los tres tratamientos en el sitio Galera Chico.....	120
Gráfico 6.38. Tasa de crecimiento promedio diario (kg MS ha ⁻¹ día) para los tres tratamientos en el sitio Galera Chico.....	121
Gráfico 6.39. Biomasa presente en la estrata herbácea (kg MS ha ⁻¹) y altura (cm) para los tres tratamientos en el sitio Galera Chico.....	122
Gráfico 6.40. Tasa de crecimiento promedio diario (kg MS ha ⁻¹ día) para dos períodos en los tres tratamientos del sitio Galera Chico.....	123
Gráfico 6.41. Distribución de parametros evaluados en transectos pradera naturalizada sitio Galera Chico.....	125
Gráfico 6.42. Distribución de parametros evaluados en transectos bosque sin intervenir sitio Galera Chico.....	125
Gráfico 6.43. Distribución de parametros evaluados en transectos bosque raleado sitio Galera Chico.....	126
Gráfico 6.44. Producción de materia seca y altura de la estrata herbácea en tres condiciones asociadas a bosque de ñire en el sector Cerro Galera (2016-2017).....	127
Gráfico 7.1. Porcentaje de enraizamiento de estacas de <i>N. antarctica</i> en diferentes tiempos de evaluación bajo dos condiciones de sitio de la Región de Aysén, Chile.....	162



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Representación esquemática del cuerpo vegetativo aéreo de los tres tipos morfológicos encontrados para <i>Nothofagus antarctica</i> . A = morfotipo arborescente, B = morfotipo arbustivo achaparrado, C = morfotipo camefítico de turbera.....	17
Figura 2.2. Hojas de algunos de los taxos Chilenos del género <i>Nothofagus</i> . No = <i>Nothofagus obliqua</i> , NI = <i>Nothofagus leoni</i> , Na = <i>Nothofagus alessandri</i> , Np = <i>Nothofagus pumilio</i> , *Nant = <i>Nothofagus antarctica</i> , Nn = <i>Nothofagus nítida</i> , Nd = <i>Nothofagus dombeyi</i> , Nb = <i>Nothofagus betuloides</i>	18
Figura 2.3. Cambio en la tonalidad de la hoja de <i>Nothofagus antarctica</i> (ñirre), producto del receso vegetativo, Coyhaique, Región de Aysén.....	19
Figura 2.4. Esquema de la distribución altitudinal de especies del género <i>Nothofagus</i> en un perfil de la Cordillera de la Costa (A), Valle Central (C) y Los Andes (B)	20
Figura 2.5. Ciclo de vida de <i>Nothofagus antarctica</i>	22
Figura 2.6. Tamaño y forma de semillas de <i>N. antártica</i> obtenidas desde lupa binocular.....	23
Figura 5.1 Parcelas de inventario forestal implementadas en bosques de ñirre, Región de Aysén.....	30
Figura 5.2 Jaulas de exclusión de la pradera.....	31
Figura 6.1. Ubicación geográfica de áreas de estudio, sector Balmaceda Región de Aysén.....	36
Figura 6.2. Fotografías hemisféricas de un bosque de <i>N. antarctica</i> en dos condiciones de sitio, Coyhaique, Chile. A= tratamiento <i>Testigo Forestal</i> sitio Galera Chico; B= tratamiento Silvopastoral sitio Galera Chico; C= tratamiento <i>Testigo Forestal</i> sitio Balmaceda; D= tratamiento Silvopastoral sitio Balmaceda.....	51
Figura 6.3. Medición de parámetros morfológicos de plantas de ñirre producidas en invernadero.....	60
Figura 6.4. Parcelas permanentes (1m ² , forma cuadrada) de evaluación de la regeneración natural en bosques de <i>N. antarctica</i> , Coyhaique, Chile.....	72
Figura 6.5. Regeneración natural en bosques de ñirre con pastoreo integrado, sitio Balmaceda.....	73
Figura 6.6. Cuantificación de regeneración natural de ñirre al interior de parcelas permanentes (PP). Cada parcela esta distanciada del eje central por 5 m, la superficie de cada sub-parcela es de 0,5 m ² y el total de superficie evaluada por PP es de 2 m ²	74



Figura 6.7. Raleo de monte bajo de <i>Nothofagus antarctica</i> y regeneración agámica de tocones, Coyhaique, Chile.....	80
Figura 6.8. Brotes de ñirre ramoneados por ganado doméstico (vacuno), Coyhaique, Chile.....	82
Figura 6.9. Tratamiento de protección individual aplicados a tocones de ñirre. Instalación de protectores agosto 2014 (superior), temporada previa a evaluación marzo 2015 (inferior).....	83
Figura 6.10. Visita de participantes a predio Vista Hermosa, comuna de Coyhaique.....	130
Figura 6.11. Visita de participantes al predios de la Sra. Filadelfia de la Peña, comuna de Coyhaique.....	132
Figura 6.12. Visita de predio Los Mallines, sector Cerro Galera, comuna de Coyhaique.....	133
Figura 6.13. Visita a Centro Experimental Tamel Aike, comuna de Coyhaique.....	134
Figura 6.14. Visita a Centro Experimental Tamel Aike, comuna de Coyhaique.....	135
Figura 6.15. Entrevista radial al Investigador responsable del proyecto.....	138
Figura 6.16. Participación de profesionales de CIEFAP (Argentina), Factor Verde (España) e INFOR (Chile) en visita a unidad demostrativa silvopastoral.....	139
Figura 6.17. Subdirector y Gerente I+D+i de INFOR en visita a unidad demostrativa silvopastoral.....	140
Figura 6.18. Presentación de un set de fotografías de la actividad de difusión y transferencia tecnológica, sector Balmaceda, Chile.....	141
Figura 6.19. Presentación de proyecto en jornada técnica del FIBN (superior). Vista a unidades de investigación silvopastoral sector Balmaceda (inferior).....	145
Figura 6.20. Trabajo presentado en acta del Congreso Iguzú, Argentina.....	146
Figura 6.21. Trabajo presentado en acta del Congreso (superior). Página principal del Congreso Silvopastoral mundial (inferior).....	147
Figura 6.22. Fotografía grupal de los asistentes al Congreso Internacional Agroforestal, Puerto Natales, Chile.....	148
Figura 6.23. Fotografía de la portada y el capítulo <i>Silvopastoral Systems in the Aysén and Magallanes Regions of the Chilean Patagonia</i> , Springer.....	149
Figura 6.24. Fotografía de la portada y el capítulo de ñirre.....	150
Figura 6.25. Fotografía de las portadas de los artículos técnicos.....	151
Figura 7.1. Parámetros lumínicos de fotografías hemisféricas de un bosque de <i>N. antarctica</i> en dos condiciones de CC, Coyhaique, Chile.....	159



Figura 7.2. Montaje de muestras de semillas de ñirre en cámara germinadora (izquierda). Semillas de ñirre en proceso de germinación (derecha).....	161
Figura 7.3. Muestreo de regeneración natural en clausura (izquierda). Plántula de regeneración natural de ñirre (derecha).....	163
Figura 8.1. Ñirrales en condiciones de sitio favorables alcanzando alturas de 23 metros, Bahía Murta Región de Aysén.....	172
Figura 8.2. Propuesta silvícola para bosques de ñirre bajo enfoque silvopastoral, Región de Aysén, Chile.....	173
Figura 8.3. Propuesta de Sistema de Manejo Silvopastoral Rotativo en bosques de ñirre.....	174
Figura 8.4. Propuesta para dar continuidad al bosque de ñirre, a través, de la protección individual de tocón.....	175
Figura 8.5. Protección individual de tocón (malla).....	176
Figura 8.6. Plantación de ñirre en grupos con protección individual (malla) y cerco perimetral, Trevelin, Argentina.....	177
Figura 8.7. Caracterización de la normativa vigente en Chile en relación con la protección de los cuerpos de agua, según el reglamento de Suelo, Agua y Humedales de la Ley 20.283.....	179
Figura 8.8. Sitios de bosques de ñirre degradados por diferentes factores; (a) incendios forestales (superior); (b) presión ganadera.....	182



Presentación

El bosque nativo desde millones de años ha sostenido una estrecha relación con el ser humano y con toda especie viviente. 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. Para el ser humano el bosque fue, es y será una importante fuente productora de alimento, oxígeno, agua, recreación entre otros bienes y servicios que son posibles obtener 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 inicio del siglo XX junto a los primeros vestigios de colonización del territorio aisenino, los bosques nativos fueron protagonistas de fuertes disturbios antrópicos. Grandes extensiones de terrenos fueron afectadas por los más grandes incendios de bosques registrados en Chile, 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.

Posteriormente con el aumento de la población y 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 bosques de lenga y ñirre. La distribución natural del ñirre convive con una ganadería extensiva, lo que provoca una fuerte presión a la regeneración natural y perpetuidad del bosque, exhibiendo fragmentación y envejecimiento de los ñirantales.

En consecuencia, 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 para las futuras investigaciones, 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.

Los autores....



RESUMEN

El presente proyecto de investigación denominado *Pautas de manejo silvopastoral en bosques de Nothofagus antarctica* (ñirre) en la Región de Aysén (022/2013), es desarrollado por el Instituto Forestal (INFOR) sede Patagonia de la ciudad de Coyhaique en conjunto con el Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario Centro Tamel Aike, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Coyhaique y Servicio Agrícola Ganadero de Aysén. La fuente de financiamiento corresponde al Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN) administrado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

En la región de Aysén, la mayor proporción de los bosques de ñirre poseen ganadería integrada, no existe regulación en términos técnicos y ambientales para compatibilizar la actividad forestal con la pecuaria. Esta interacción no regulada entre ganado-bosque puede derivar en la degradación de los ñirrales de la región. Para generar información y comenzar a dimensionar esta problemática, desde el mes de octubre de 2013 se dio inicio al proyecto, que tiene por objetivo *Definir pautas de manejo silvícola para bosques de ñirre, que viabilicen la producción silvopastoral sustentable en bosques pertenecientes a pequeños productores forestales de la Región de Aysén*, para dar cumplimiento a este objetivo se plantearon los siguientes 5 objetivos específicos:

1. Determinar línea base y superficie potencial sustentable para uso silvopastoral en bosques de ñirre de la región de Aysén.
2. Desarrollar y validar métodos de manejo silvopastoral para dar sustentabilidad al recurso bosque, suelo y agua, y soportar actividades de pastoreo sustentable en bosques de ñirre.
3. 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.
4. Elaborar pautas de manejo silvopastoral para bosques de ñirre en la Región de Aysén.
5. Difundir los resultados del proyecto a profesionales de CONAF, extensionistas, consultores privados, pequeños propietarios forestales y autoridades de la región de Aysén.

Con la generación de esta información, se espera proponer pautas mínimas para que los productores regionales desarrollen un manejo silvopastoral sustentable en sus bosques de ñirre. De esta forma como institución iniciamos esta línea de investigación de largo plazo, que es de gran relevancia para la región de Aysén.



1. INTRODUCCIÓN

En forma global, una de las principales problemáticas que presenta el Sector Forestal Chileno - subsector bosque nativo, es la degradación de los bosques y potencial productivo muy por debajo de su potencial natural.

El ñirre (*Nothofagus antártica*) es una especie del bosque nativo que crece en las zonas cordilleranas de Chile y Argentina. Es una de las especies forestales con mayor plasticidad ecológica, presentando tres tipos de expresión fenotípica dependiendo del sitio donde se desarrolla. Se distinguen los morfotipos arborescentes, achaparrados y camefítico (Ramírez *et al.* 1985). El Subtipo Ñirre representa regionalmente una superficie de 131.593,4 ha, con presencia en la mayoría de las comunas a excepción de la comuna 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 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 de Aysén, proviene de los bosques de ñirre. La leña de esta especie es preferida por su alto poder calórico, en comparación a lenga (2.850 kcal/dm³ contra 2.400 kcal/dm³). Todos estos problemas, sustentan la preocupación por los ecosistemas de ñirre, ya que sólo con técnicas de manejo apropiadas, los bosques pueden continuar produciendo a perpetuidad.

En el plano regional, el subtipo ñirre ocupa cerca del 37,4% de la superficie nacional. En la mayor parte de estos ecosistemas, existe la presencia de ganado. Actualmente, no hay datos precisos sobre la superficie de uso potencial silvopastoral sustentable, sin embargo se estima que es la mayor proporción. En la legislación actual no está regulado el manejo de bosque nativo, bajo un enfoque integrado silvopastoral. La desinformación respecto al tema, llevó al Instituto Forestal a desarrollar el proyecto Pautas de Manejo Silvopastoral para Bosques de *Nothofagus antarctica* (ñirre) en la Región de Aysén, que busca desarrollar investigación para viabilizar la producción silvopastoral sustentable en bosques pertenecientes a pequeños productores forestales de la Región de Aysén.

En el presente informe se presenta los resultados de la investigación correspondientes al informe final del proyecto.



2. MARCO TEÓRICO

2.1 DESCRIPCIÓN FENOTÍPICA DE NOTHOFAGUS ANTARCTICA (ÑIRRE, ÑIRRE)

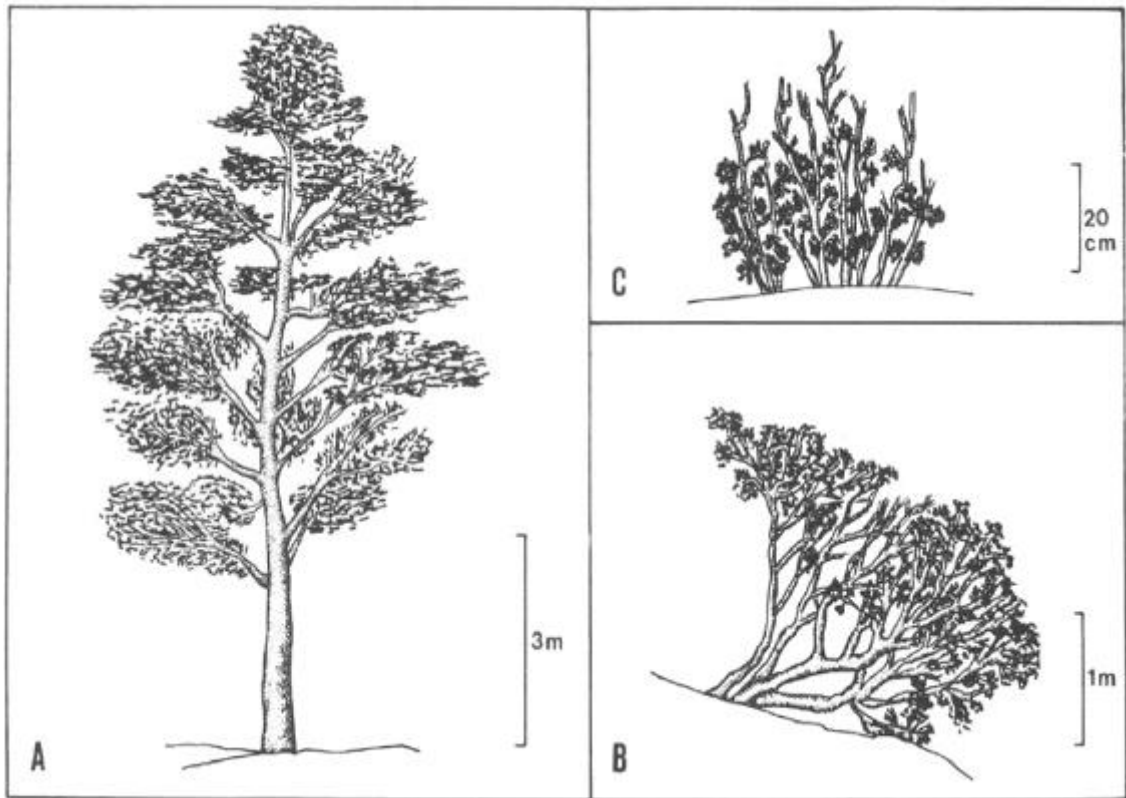
Nothofagus antarctica es un árbol nativo de Chile y Argentina, es una especie monoica que se presenta como arbolito pequeño o arbusto achaparrado, aunque generalmente alcanza los 10 m de altura. Sin embargo, en condiciones óptimas de sitio puede alcanzar los 15 m y fustes de 60 cm de diámetro (Rodríguez *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 *N. antarctica* en Chile y diferentes 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).

Esta 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 (1986a), 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 *et al.* 2006; Ramírez *et al.* 1985). En Chile se distinguen tres morfotipos distintos del ñirre, el primero arbóreo en condiciones óptimas (Figura 1a), uno arbustivo achaparrado (Krummholz) en terrenos pedregosos o clima riguroso (Figura 1b) y un último como arbustivo caméfito de turbera (Figura 1c) (Ramírez *et al.* 1985).

De tal forma que 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).



Figura 2.1. Representación esquemática del cuerpo vegetativo aéreo de los tres tipos morfológicos encontrados para *Nothofagus antarctica*. A = morfotipo arbóreo, B = morfotipo arbustivo achaparrado, C = morfotipo camefítico de turbera.



Fuente: (Ramírez *et al.* 1985).

Ramírez *et al.* (1985) también señala 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 desplazada por otras especies. Es por esto que, si bien *N. antarctica* se desarrolla en sitios extremos (pedregosos, suelos pobres, etc.), este 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 *N. antarctica* coexiste simpátricamente 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 solapamiento de los rangos de distribución de ambas especies (Donoso, 2006).

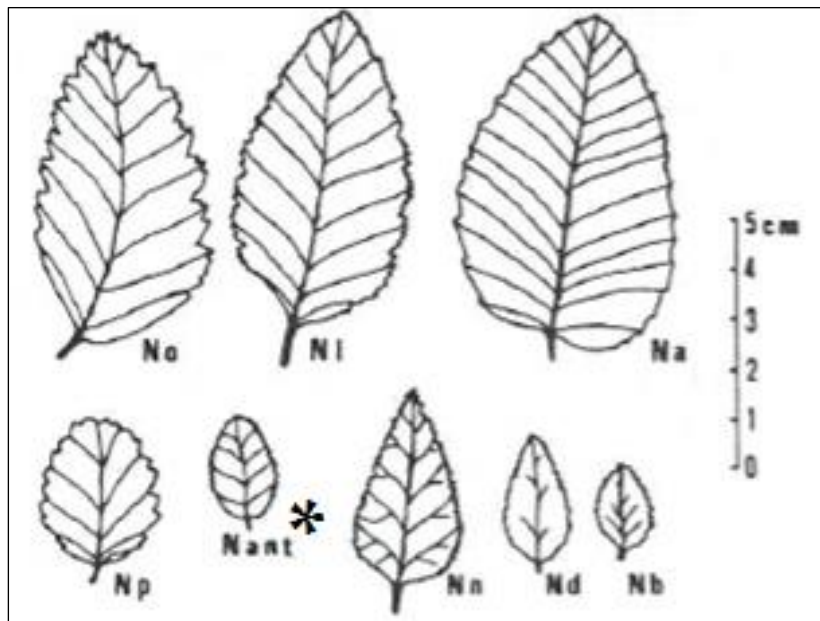
De tal forma que en hábitats más favorables, protegidos del viento, con mayor humedad y suelos bien drenados y fértiles, alcanza porte arbóreo y puede dar lugar a formaciones puras (Navarro Cerrillo *et al.* 2008), sin embargo, también muestra un buen desempeño en suelos anegados, como



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 multi ramificada, con hojas deciduas al igual que el *N. obliqua* y *N. pumilio* (Mc Queen, 1977), son alternas, de base oblicua, ápice redondeado, y borde lobulado y ondeado con numerosos dientes irregulares en el espacio comprendido entre dos nervios; glabras a excepción de peciolos y nervaduras. Sus flores son pequeñas y unisexuales. (Dimitri y Milano 1950 cit. por Burns *et al.* 2010; Domínguez Díaz, 2012).

Figura 2.2. Hojas de algunos de los taxos Chilenos del género *Nothofagus*. No = *Nothofagus obliqua*, NI = *Nothofagus leoni*, Na = *Nothofagus alessandri*, Np = *Nothofagus pumilio*, *Nant = *Nothofagus antarctica*, Nn = *Nothofagus nítida*, Nd = *Nothofagus dombeyi*, Nb = *Nothofagus betuloides*.



Fuente: Adaptado de Ramírez, 1987.

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 nuececitas, de las cuales 2 son triangulares, las que rodean a una plana que se sitúa en el centro (Hoffmann, 1997).



Figura 2.3. Cambio en la tonalidad de la hoja de *Nothofagus antarctica* (ñirre), producto del receso vegetativo, Coyhaique, Región de Aysén.



Fuente: Elaboración propia.

Entre los meses de abril y mayo el ñirre comienza a manifestar cambios de coloración de las hojas producto del receso invernal. Dependiendo de diversos factores (altitud, régimen hídrico, heladas, viento entre otros) la 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.

Se distinguen cuatro colores en la etapa de coloración en ñirre; el color correspondiente a todo el periodo vegetativo es verde, cambiando a color rojizo, anaranjado y amarilla respectivamente.

2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Tabla 2.1. Clasificación taxonómica de *Nothofagus antarctica*.

REINO:	<i>Plantae</i>
DIVISIÓN:	<i>Magnoliophyta</i>
CLASE:	<i>Magnoliopsida</i>
SUB-CLASE:	<i>Hammamelidae</i>
ORDEN:	<i>Fagales</i>
FAMILIA:	<i>Fagaceae</i>
GÉNERO:	<i>Nothofagus</i>
ESPECIE:	<i>Nothofagus antarctica</i>
NOMBRE COMÚN:	Ñirre, ñirre o haya antarctica

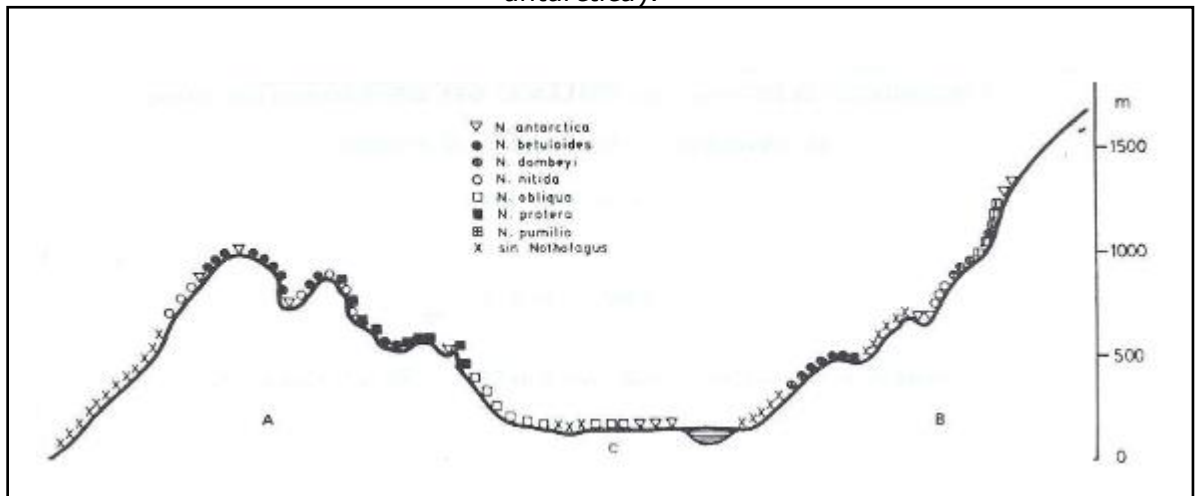
2.3 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE *N. ANTARCTICA*

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 VII Región en el cerro Imposibles (35°18' S), en la precordillera Andina de la Comuna de Molina, provincia de Curicó, hasta el límite sur de Cabo Hornos (55°58' S) en la provincia Antártica Chilena, XII Región (Ramírez, 1987). Por la Cordillera de la Costa 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 VII Región, provincia de Cauquenes, en el lugar denominado Paso Mora (35°49' S). Posteriormente, la especie reaparece en las alturas de la Cordillera de Nahuelbuta, provincia de Malleco en la IX Región (37°40' y los 38° S, 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° S) en la Isla de Chiloé de la provincia homónima en la X Región. 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, X Región (entre los 40°50' y los 41°25' S).

Figura 2.4. Esquema de la distribución altitudinal de especies del género *Nothofagus* en un perfil de la Cordillera de la Costa (A), Valle Central (C) y Los Andes (B). El perfil costero corresponde a la Cordillera de Pelada (Valdivia) y el Andino al Parque Nacional Puyehue (Osorno) en la X Región de Chile (▽ = *N. antarctica*).



Fuente: Alberdi, 1987.

N. antarctica presenta un amplio rango de distribución (el más amplio de los *Nothofagus* sudamericanos), 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 biótotos extremos que están vedados al resto de las especies del género (Ramírez *et al.* 1985).



2.4 DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIE DE ÑIRRE EN LA REGIÓN DE AYSÉN

La Tabla 2.2 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).

Tabla 2.2. Superficie de bosque nativo, Tipo Forestal Lengua y subtipo ñirre según comunas, Región de Aysén.

Provincia	Comuna	Superficie Bosque Nativo (ha)	Tipo Forestal Lengua (ha)	Subtipo Nire (ha)		
				Ñire fuera SNASPE	Ñire dentro SNASPE	Subtotal
Aysén	Cisnes	1.047.263,3	156.741	292	6,6	298,6
	Aysén	1.532.995,6	231.628,1	9.505,5	6.332,9	15.838,4
	Guaitecas	29.396,2	-	-	-	-
	Subtotal	2.609.655,1	388.369,1	9.797,5	6.339,5	16.137
Coyhaique	Lago Verde	281.313,8	183.295,4	25.409,7	591,8	26.001,5
	Coyhaique	281.517,2	243.910,8	34.764,6	864,5	35.629,1
	Subtotal	562.831	427.206,2	60.174,3	1.456,3	61.630,6
General Carrera	Chile Chico	111.399	98.655,9	7.705,5	2.094,5	9.800
	Río Ibáñez	190.709,1	151.996,2	6.772,6	11,9	6.784,5
	Subtotal	302.108,1	250.652,1	14.478,1	2.106,4	16.584,5
Capitán Prat	Cochrane	235.183,4	193.461,3	24.862,2	4.196,4	29.058,6
	Tortel	140.935,4	23.331,5	3.407,5	1.829,6	5.237,1
	O'Higgins	548.031,8	117.358	2.921	24,6	2.945,6
	Subtotal	924.150,6	334.150,8	31.190,7	6.050,6	37.241,3
Total		4.398.744,8	1.400.378,2	115.640,6	15.952,8	131.593,4

Fuente: elaboración propia desde CONAF, 2012.

La mayor proporción de bosques dominados por ñirre se encuentran en las Provincias de Coyhaique y Capitán Prat con 61.630,6 ha y 37.241,3 ha respectivamente, con una participación del 10,9% y 4,02% de los bosques nativos presentes en la provincia respectivamente.

Tabla 2.3. Superficie de bosques de Ñirre, clasificados dentro del Tipo Forestal Lengua y matorrales de ñirre, Región de Aysén.

Provincia	Comuna	Tipo Forestal Lengua (ha)			Matorrales de Ñire* (ha)
		Subtipo Nire	Nire Especie Dominante*	Ñire > 4 m altura*	
Aysén	Cisnes	298,6	275,2	7,6	1.084,1
	Aysén	15.838,4	13.938	6.596	4.754,8
	Guaitecas	-	-	-	-
	Subtotal	16.137	14.213,2	6.603,6	5.838,9
Coyhaique	Lago Verde	26.001,5	25.363,4	15.699,5	16.998,2
	Coyhaique	35.629,1	35.160,8	18.235,9	7.464,2
	Subtotal	61.630,6	60.524,2	33.935,4	24.462,4
General Carrera	Chile Chico	9.800	8.908,6	4.097,4	13.563,6
	Río Ibáñez	6.784,5	6.313,9	4.170,7	2.361,2
	Subtotal	16.584,5	15.222,5	8.268,1	15.924,8
Capitán Prat	Cochrane	29.058,6	25.128,6	14.071,4	38.364,1
	Tortel	5.237,1	5.032,2	2.467,3	4.518
	O'Higgins	2.945,6	2.684,3	951,1	4.493,5
	Subtotal	37.241,3	32.845,1	17.489,8	47.375,6
Total		131.593,4	122.805	66.296,9	93.601,7

*Superficies con presencia de Nire como especie dominante

Fuente: elaboración propia desde CONAF, 2012.



La Tabla 2.3 relaciona las diferentes clasificaciones realizadas al Subtipo Forestal Ñirre, describiendo por comunas cuando la especie ñirre se presenta como especie dominante, estrato arbóreo y matorral. Por otro lado, ñirre posee la mayor participación en el Tipo Forestal Lengua, seguido es Ciprés de las Guaitecas con 122.805 ha y 1.183,7 ha respectivamente. No se registra participación de ñirre como formación boscosa, en los Tipos Forestales Coigue de Magallanes y Siempreverde (Tabla 2.4).

Tabla 2.4. Superficie de bosque nativo y participación de la especie Ñirre como especie dominante según Tipo Forestal, Región de Aysén.

Tipo Forestal	Superficie Regional (ha)	Participación de la especie Ñire*	
		Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Lengua	1.400.378,2	122.805	8,8
Coigue de Magallanes	939.169,3	-	0
Ciprés de las Guaitecas	159.333,3	1.183,7	0,7
Siempreverde	1.899.864	-	0
Total	4.398.744,8	123.988,7	

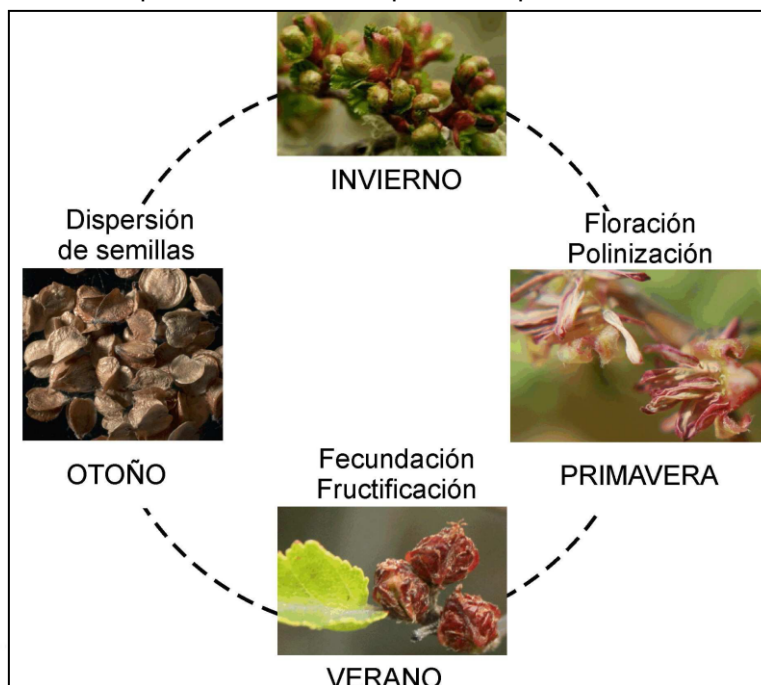
*Superficies con presencia de Ñire como especie dominante

Fuente: elaboración propia desde CONAF, 2012.

2.5 DISEMINACIÓN, COSECHA Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS

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

Figura 2.5. Ciclo de vida de *Nothofagus antarctica*. Las especies de *Nothofagus* poseen semillas que son principalmente dispersadas por el viento (anemócoras), sus nueces son dehiscentes de modo que son liberadas del fruto (aquenio) al madurar y además son aladas pudiendo ser transportadas por el viento. Fuente: Soler, 2011.

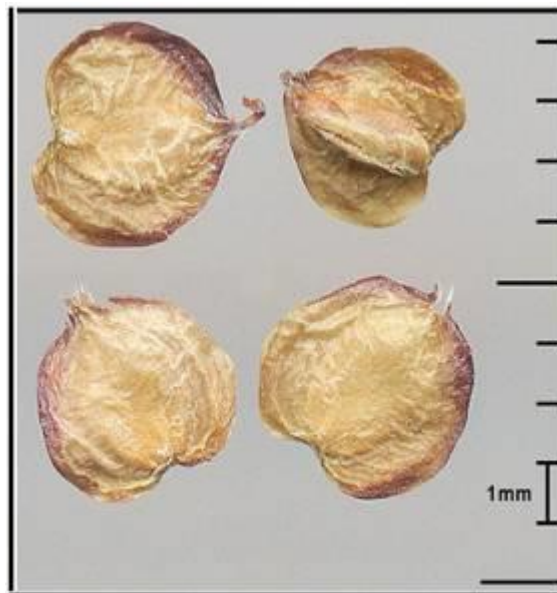


La floración de la especie comienza entre octubre y noviembre, y la maduración de los frutos se produce en abril (Donoso y Cabello, 1978; Donoso, 2006). Sin embargo, es probable que las fechas de floración y fructificación varíen en las diferentes latitudes y en diferentes biotopos.

Las semillas de *N. antarctica* 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).

N. antarctica mostró que las semillas de los individuos pertenecientes a los distintos morfotipos arbóreo 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) cuantificó la producción de semillas anuales y su viabilidad germinativa en rodales puros de *N. antarctica* en tres calidades de sitio diferentes en la Patagonia Sur de Argentina en donde se observó 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.

Figura 2.6. Tamaño y forma de semillas de *N. antártica* obtenidas desde lupa binocular.



Generalmente los *Nothofagus* presentan sus frutos en la parte superior de las copas lo que dificulta su recolección, en base a esto 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 método es cosechar directamente en árboles volteados.



Independiente del método utilizado es de gran importancia la identificación de cada lote de semilla mediante etiqueta que describa: la especie, ubicación geográfica, altitud, edad, estimada del árbol, fecha de recolección, etc.).

2.6 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).

N. antarctica 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 esta especie de *Nothofagus* crece sin mayores problemas adquiriendo crecimiento 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⁻¹.

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 *et al.* 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 duripan de fierrillo que determinan 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, y en morrenas de los sectores de glaciaciones, y también en los límites de la vegetación arbórea, todas con condiciones de drenaje restringido, bajas temperaturas y fuertes vientos (Premoli, 1991; Vidal y Premoli, 2004).



3. HIPÓTESIS

Los bosques de *Nothofagus antarctica* (ñirre) en la Región de Aysén, actualmente están sometidos a una sobre explotación del recurso forestal y subutilización del recurso forrajero, lo que ha conducido al uso no sustentable de los bosques de Ñirre y consecuentemente a la pérdida gradual del recurso.

En consecuencia se plantea la siguiente hipótesis:

El desarrollo, validación y aplicación de técnicas silvopastorales adecuadas, generará la sustentabilidad del recurso ñirre y un incremento en la producción agropecuaria y forestal en pequeños propietarios de la Región de Aysén.



4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO PRINCIPAL

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

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar línea base y superficie potencial sustentable para uso silvopastoral en bosques de ñirre de la región de Aysén.
- Desarrollar y validar métodos de manejo silvopastoral para dar sustentabilidad al recurso 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.



5. METODOLOGÍA

Según los objetivos planificados en el proyecto, la metodología se divide en cuatro fases, que se describen a continuación:

Fase 1. Determinación de línea base y superficie potencial sustentable para uso silvopastoral en bosques de ñirre de la Región de Aysén.

La *Superficie Potencial Sustentable para uso silvopastoral*, se refiere a las áreas cubiertas por bosques de ñirre, que cumplan ciertas restricciones, especialmente porcentaje de pendiente del terreno y 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 otros. El equipo técnico del proyecto, determinará con mayor precisión los parámetros técnicos.

Se recopilará información existente de materiales fotográficos, cartográficos, registros de bases de datos históricas, material de apoyo de otros proyectos realizados tanto por INFOR como por otras instituciones, esta recopilación dará soporte técnico a las decisiones referidas al proyecto.

El siguiente listado describe los antecedentes que se recopilarán:

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

- **Bases de Datos.** Bases de Datos Catastro CONAF-CONAMA (1997), Bases de Datos Actualización de Bosque nativo (INFOR 1992), Bases de Datos Inventario Continuo de Bosque Nativo XI Región (2007). Base datos actualización del Catastro Región de Aysén (2011).

- **Antecedentes Cartográficos.** Cartografía del Catastro CONAF-CONAMA (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 la información obtenida, se elaborará cartografía temática de distribución del sub tipo ñirre en la región, además se incorporará relevamientos de otros disturbios (fuego, cortas ilegales), que en sinergia con la herbivoría son las principales causas de la degradación de los ecosistemas de ñirre¹. También se dará especial importancia a áreas de bosques de protección, por limitantes fisiográficas (cursos de agua, pendiente, entre otras).



Con el propósito de cuantificar el error de clasificación cartográfica, se elaborará un muestreo en terreno. El muestreo utilizado será aleatorio, representando las diferentes categorías de clasificación (cobertura, estructura). Con estos datos se determinará una matriz de confusión. Esta matriz será usada para comparar la clasificación cartográfica resultante, con información fehaciente de terreno.

Fase 2. Desarrollar y validar métodos de manejo silvopastoral para dar sustentabilidad al recurso bosque, suelo y agua, y soportar actividades de pastoreo sustentable en bosques de ñirre.

Se establecerá dos Unidades de Investigación Silvopastoral de 6 hectáreas, ubicadas en situación edafoclimáticas contrastantes de la región, caracterizada por la presencia de bosques de ñirre.

La primera Unidad experimental corresponde a un sitio de ñirantal en un sector húmedo relacionado a un mallín en la zona de Puente Muñoz, y la segunda Unidad a un bosque de ñirre en un sitio sin influencia de napa freática (sitio más seco) ubicado en la zona de Galera Chico. En cada sitio se seleccionarán tres tratamientos de 2 hectáreas cada uno. El primero representa una situación sin limitación de luz (100% de transmisividad) que correspondería a zonas abiertas aledañas donde el bosque ha sido talado o está ausente naturalmente. El segundo tratamiento situación corresponde a un tratamiento silvopastoral, realizando un raleo tradicional (distribución espacial homogénea) que dejará una cobertura de copa en el siguiente rango: 30 y 40%, y el tercer tratamiento considera un bosque original sin intervención (testigo forestal), con la realidad de cobertura que exista promedio (mayor a 70%) en la zona de trabajo. Para la representatividad de los resultados, se instalarán tres repeticiones para la toma de datos en el interior de cada tratamiento (parcelas forestales, de regeneración, jaulas de exclusión, transeptos de composición botánica, etc.). El tipo de raleo será predominantemente por lo bajo.

Dentro de la Unidad de Investigación Silvopastoral de la zona de Galera Chico, se realizarán tres exclusiones de forma rectangular de 20 x 25 m, en ellas se evaluará la respuesta de la pradera y dinámica de regeneración sin presencia de ganado.

Componentes a evaluar:

- BOSQUE

Caracterización de la estructura forestal

En el tratamiento de bosque testigo y en el silvopastoral (previo y luego del raleo) de ambas Unidades Experimentales se efectuará un inventario forestal para caracterizar la estructura del estrato arbóreo (densidad, DAP



medio, Área Basal, Volumen, regeneración existente, altura de los árboles dominantes) a través de la localización sistemática de 10 parcelas circulares de 100 m².

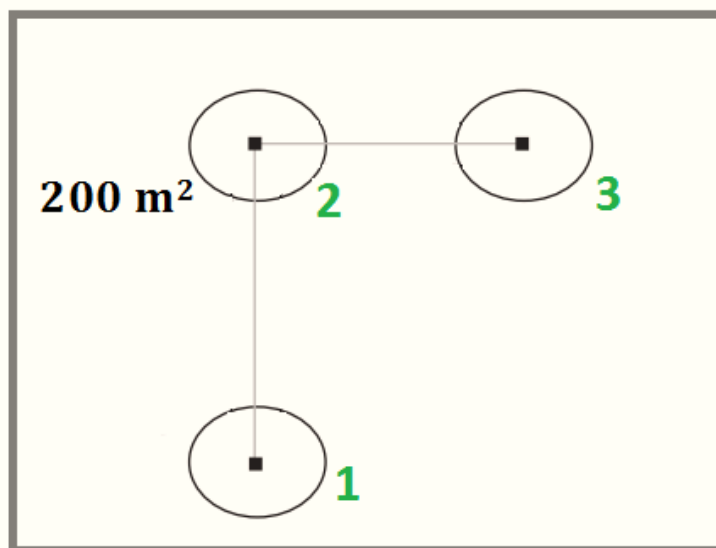
Rendimiento productos madereros

En el tratamiento silvopastoral de las dos Unidades Experimentales se cuantificará el rendimiento de volumen (hasta 10 cm de punta fina) que se extraerá de los raleos expresados en metros cúbicos por hectárea.

Parcelas permanentes de monitoreo del crecimiento del rodal

En cada tratamiento correspondiente al bosque de ñirre se realizará un seguimiento de la respuesta al raleo comparado con el bosque testigo sin intervención a partir de un conglomerado, compuesto de 3 parcelas circulares de 200 m² (radio= 7,98 m) distribuidas sistemáticamente en forma de "L" invertida. Cada árbol de la parcela será identificado, numerado y marcados 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 medirá de cada carbol de las parcelas la altura total utilizando Vertex, el DAP con forcípula, y las clases de copa (dominante, codominante, intermedia y suprimida). La dinámica en el tiempo de la cobertura de copas se realizará con la toma de fotos hemisféricas. La regeneración existente se evaluará a través de cuatro parcelas de 1 m², cada una dispuesta en el sentido de los puntos cardinales (N, S, E, O) clasificándola en rangos de altura. A partir de la información obtenida se estimará el área basal, dinámica de densidad (mortandad) y crecimiento en volumen del rodal. Las mediciones se realizarán en forma anual en el mes de Mayo.

Figura 5.1 Parcelas de inventario forestal implementadas en bosques de ñirre, Región de Aysén.



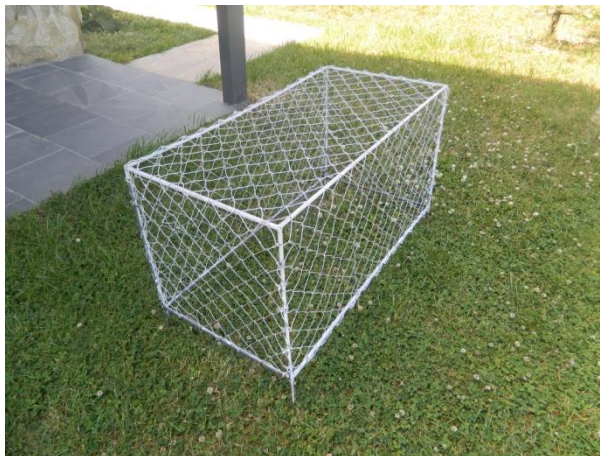
- PRADERA

Productividad de la pradera y sotobosque

En cada tratamiento, la productividad mensual (kg materia seca por hectárea) de la pradera (correspondiente al tratamiento del área aledaña sin árboles) y sotobosque (componentes forrajero gramíneos-herbáceos debajo del dosel de los árboles correspondientes a los tratamientos *Testigo Forestal* y silvopastoral) de las dos Unidades Experimentales se evaluará a través de 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), las cuales serán distribuidas en lugares representativos al azar donde pastorean los animales. En el caso particular de los tratamientos en bosque de ñirre, dos jaulas se instalarán 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 serán movidas a las áreas bajo pastoreo 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 realizarán cortes mensuales con marco de 0,5 m² para determinar las curvas de acumulación de materia seca.

Figura 5.2 Jaulas 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 instalarán las jaulas, para ser medidas mensualmente durante el periodo de crecimiento (octubre a abril).

Inmediatamente la muestra es codificada y pesada en estado verde, para luego secarla aplicando temperatura hasta llegar a peso seco, lo que se



evaluará en laboratorio de INIA Tamel Aike y así estimar los siguientes parámetros:

❖ **Porcentaje de materia seca**.....

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

PV: Peso de forraje verde (gr)
PS: Peso de forraje seco (gr)

❖ **Crecimiento de la pradera**.....

$$CP \text{ (kg ms/días)} = \text{Kg ms ha}^{-1} / N^{\circ} \text{ días}$$

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 contabilizarlas, para estimar la participación porcentual de los componentes: gramíneas, latifoliadas, trébol y material senescente.

Por otro lado, en cada tratamiento de ambas Unidades Experimentales se instalarán 3 transectos fijos y georreferenciados de 20 m de longitud en el área bajo pastoreo para efectuar 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 de la Unidad de Investigación Silvopastoral de la zona de Galera Chico, se instalarán 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.

- CONTINUIDAD DEL ESTRATO ARBOREO

Garantizar la continuidad del estrato arbóreo es un componente central en la implementación de sistemas silvopastorales en bosque de ñirre.

A partir de la instalación de los transectos fijos previamente descriptos para determinar la composición botánica, se podrá evaluar además la instalación potencial y mortandad anual de plántulas de regeneración por semilla de ñirre bajo el efecto del ganado.

Por otro lado, es importante resaltar que una de las ventajas del ñirre en el marco del uso silvopastoral es la capacidad de propagación agámica a través del rebrote de tocón. En este contexto, en las parcelas correspondientes al tratamiento silvopastoral, se instalarán protectores individuales a tocones. En cada Unidad Experimental se seleccionarán 9 tocones distribuidos al azar, los cuales serán protegidos con protectores contra ganado y liebre (testigo



sin presión de herbivoría), otros 9 tocones protegidos solo contra ganado al interior de las exclusiones (solo presión de herbivoría de liebre) y finalmente 9 tocones seleccionados sin protección (presión de herbivoría del ganado y la liebre).

- GANADO

Carga animal

La carga animal expresa el número de cabezas de ganado que pastorean un área en un tiempo determinado. Se calcula en base a la disponibilidad de forraje, para que no exista degradación del recurso. El concepto de carga animal se expresa como unidades animales (UA)/ha/año.

Se calculará en forma teórica la carga animal que soporta el recurso en su estado actual, y en base a los resultados de los tratamientos. Se evaluará el efecto del ramoneo en plántulas de ñirre, para esto será necesaria la presencia de ganado (vacuno u ovino) en la Unidad Silvopastoral, donde se evalúa el efecto de ramoneo, altura de ramoneo y temporalidad de ramoneo. Expertos de INIA Tamel Aike serán los encargados de calcular la carga animal sustentable que soportaría el módulo, no se descarta utilizar como constante la carga histórica de cada lugar.

- VARIABLES CLIMÁTICAS Y SUELO

En términos de descripción climática general de los sitios de estudio, se realizará análisis de los registros (precipitación, temperatura y velocidad del viento principalmente) de la estación meteorológica Vista Hermosa perteneciente a la Red Agroclimatológica Nacional del INIA. En cada Unidad Experimental Silvopastoral se instalarán dataloggers con sensores de humedad del suelo (0-20 cm) para referenciar el estatus 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 tomarán 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. Se tomarán tres fotos para cada situación de cobertura de copas en cada tratamiento. En el tratamiento *Testigo Forestal* se tomarán 12 fotos hemisféricas en una distribución espacial sistemática. En el tratamiento silvopastoral se tomarán 12 fotos antes y otras 12 fotos después de los raleos para cuantificar el cambio en el régimen lumínico a nivel de rodal. Además, se tomarán fotos hemisféricas en los lugares de ubicación de las jaulas de exclusión.



Para caracterizar las propiedades físico-químicas de los suelos en los distintos tratamientos, se extraerán 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.

Fase 3. 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.

Todos los resultados obtenidos permitirán generar las pautas de manejo silvopastoral para bosques de ñirre, que combine la conservación del suelo y agua, el manejo del recurso forestal y soporte actividades de pastoreo. Este trabajo se llevará a cabo a través de talleres de trabajos individuales y grupales con profesionales de las instituciones del Agro y privados (Consultores forestales y operarios agrícolas, productores forestales y ganaderos).

Fase 4. Difundir los resultados del proyecto a profesionales, extensionistas, consultores privados, pequeños propietarios forestales y autoridades de la región de Aysén.

La transferencia de los resultados y avance del proyecto de investigación, estará dirigida a profesionales del área silvoagropecuaria, pequeños propietarios y funcionarios de públicos. Se contemplan realizar talleres acompañados de días de campo, con el objetivo de presentar los resultados al grupo objetivo. Para difundir el proyecto, se realizarán campañas radiales de información, dando a conocer en la población los avances del proyecto financiado por este Fondo de Investigación. Complementario a esto, se elaborará material de difusión en forma de folletos y cartillas técnicas. Con ello se pretende asegurar la difusión de los resultados más allá de la duración del proyecto, debido a la inclusión de los resultados en sitios web institucionales.



6. RESULTADOS

6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO

El estudio se realizó en las cercanías de Balmaceda, comuna de Coyhaique, perteneciente a la Región de Aysén. En este trabajo se evaluaron ñirantales en condiciones de sitio 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 seleccionaron tres tratamientos; el primero denominado "Testigo Forestal" representa un bosque original sin intervención, la segunda situación denominada "Silvopastoral" corresponde a un tratamiento silvopastoral, realizando un raleo que extrajo un 40% del AB y el tercer tratamiento es una "Pradera Naturalizada" sin árboles, tomando como evidencia la alteración antrópica de este sitio.

Tabla 6.1. Sitios seleccionados en el desarrollo del estudio, comuna de Coyhaique, Región de Aysén.

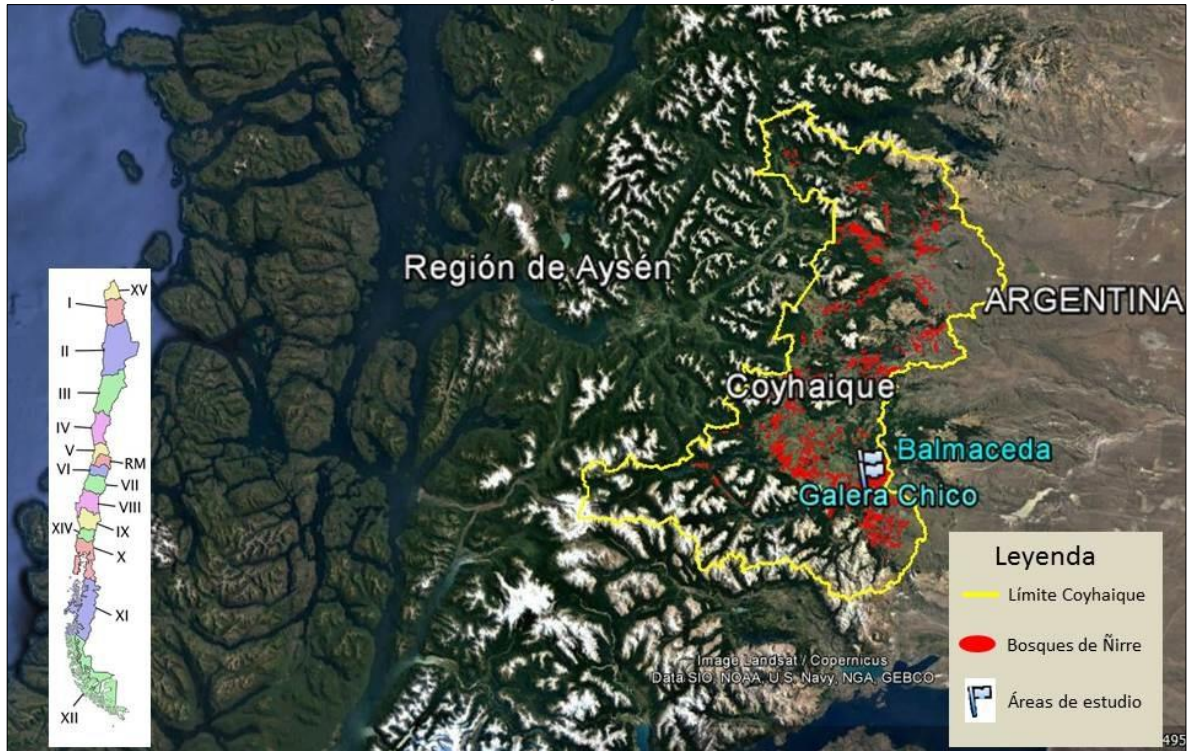
Nombre del Predio	Condición de sitio	Propietario	Ubicación	Comuna
Los Mallines	Seco	Claudio Bambs	45° 50'S - 71° 49'O	Coyhaique
Fdo. Vista Hermosa	Mallín	Roberto Muñoz	45° 52'S - 71° 49'O	Coyhaique

Las situaciones de estudio escogidas correspondieron 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. En cuanto a criterios técnicos se ubicaron 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 predios Los Mallines y Fundo Vista Hermosa se encuentran en la zona de transición con la estepa patagónica. Son bosques puros y coetáneos, el morfotipo presente en estas condiciones es arbóreo, aunque en esta zona ecotonal es común encontrar el morfotipo arbustivo relegado a suelos someros de bajo contenido nutricional. 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 6.1. Ubicación geográfica de áreas de estudio, sector Balmaceda Región de Aysén.

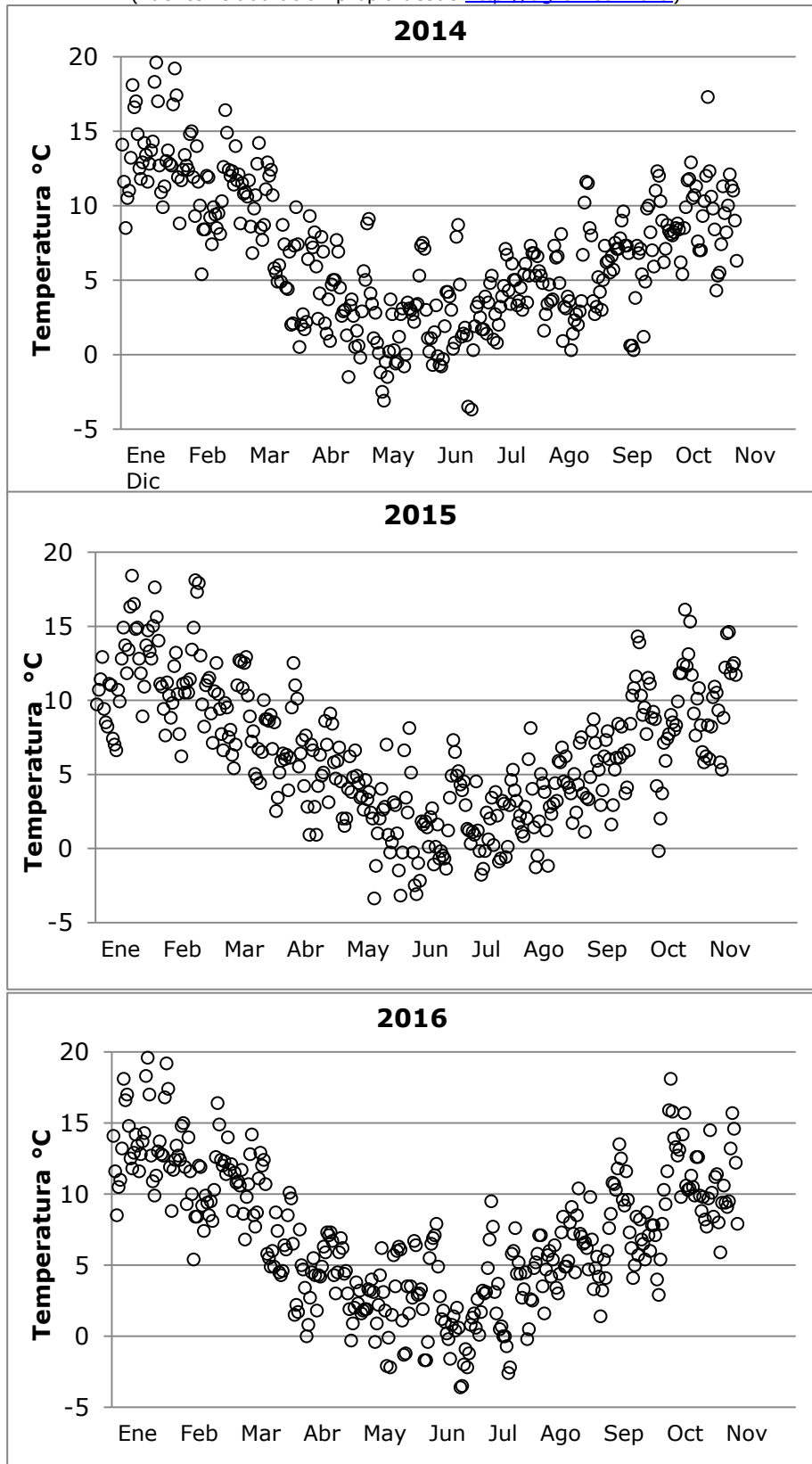


Esta zona se caracteriza por presentar un clima de estepa fría de vertiente oriental de los Andes Patagónicos o transandinos, la cual está protegida por el cordón montañoso de la cordillera, la que permite una disminución notable de las precipitaciones, en comparación con el sector de archipiélagos (clima oceánico) que se encuentran en la misma latitud. En el lado oriental los valores de las precipitaciones bajan hasta 621 mm anuales en Balmaceda.

Se registraron las variables climáticas imperantes en los sitios de estudios, a través de la estación meteorológica permanente "Vista Hermosa" ubicada a 10 km de los sitios de estudio. Las variables registradas por los equipos meteorológicos fueron la temperatura media del aire y precipitaciones (Gráficos 6.1 y 6.2). La información meteorológica se obtuvo del sitio web Agromet de la Red Agrometeorológica de INIA (<http://agromet.inia.cl>).

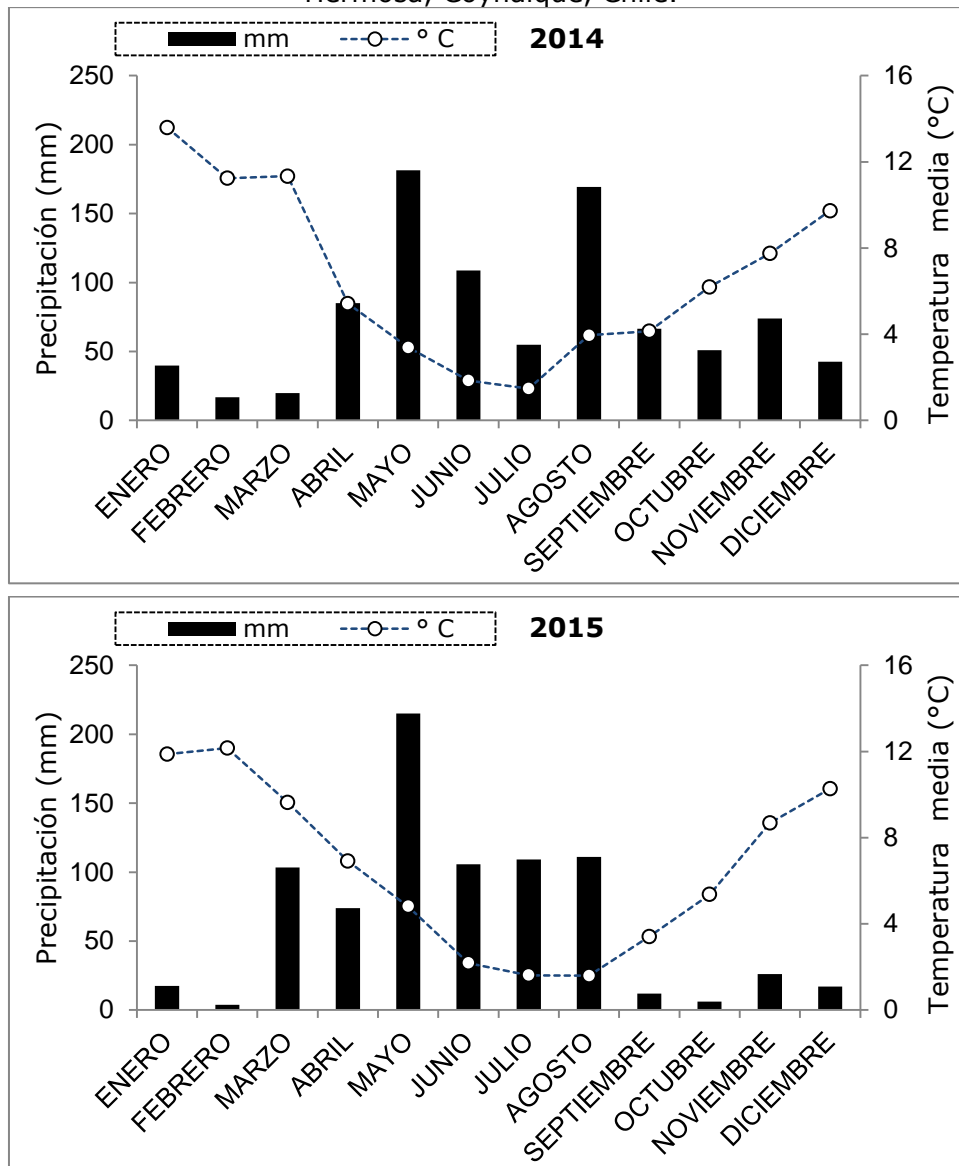


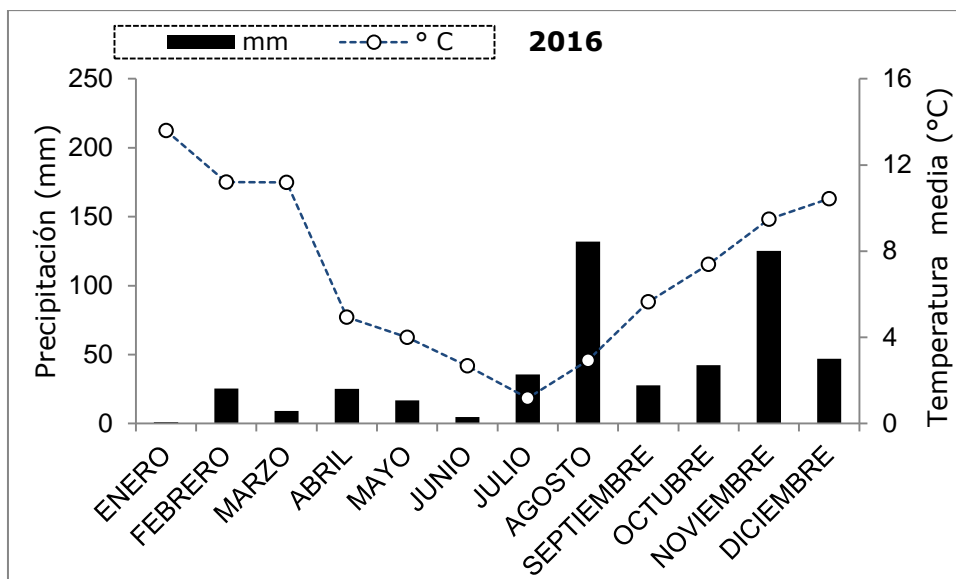
Gráfico 6.1. Temperatura del aire temporada 2014 -2016 proveniente de la estación meteorológica Vista Hermosa, Chile.
(Fuente: elaboración propia desde <http://agromet.inia.cl>).



De acuerdo a la clasificación de Köppen, el clima de la Región de Aysén corresponde al Trasandino con Degradación Esteparia y se caracteriza por un volumen de precipitaciones y potencia de los vientos de gran intensidad. La temperatura media y media mínima anual es de 8,7 °C y 3,9 °C respectivamente (máxima de enero es de 18,7 °C y mínima de julio es de -0,7 °C). La precipitación media es de 1.200 mm, (IREN-CORFO 1979), con un periodo corto de escasez de precipitación entre enero y febrero. Los vientos promedios fluctúan entre 37 y 56 km hr⁻¹, con ráfagas de 60-80 km hr⁻¹ en época de primavera.

Gráfico 6.2. Precipitación anual acumulada y temperatura media mensual en los sitios de estudio. Información obtenida desde la estación meteorologica Vista Hermosa, Coyhaique, Chile.





(Fuente: elaboración propia desde <http://agromet.inia.cl>).

La temperatura del aire muestra una marcada tendencia a las temperaturas medias mensuales inferiores a los 10°C gran parte del año. Durante los períodos de evaluación de ensayos, la temperatura media anual de los años 2014, 2015 y 2016 fue de 6,67, 6,54 y 7,05 °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 del ambiente.

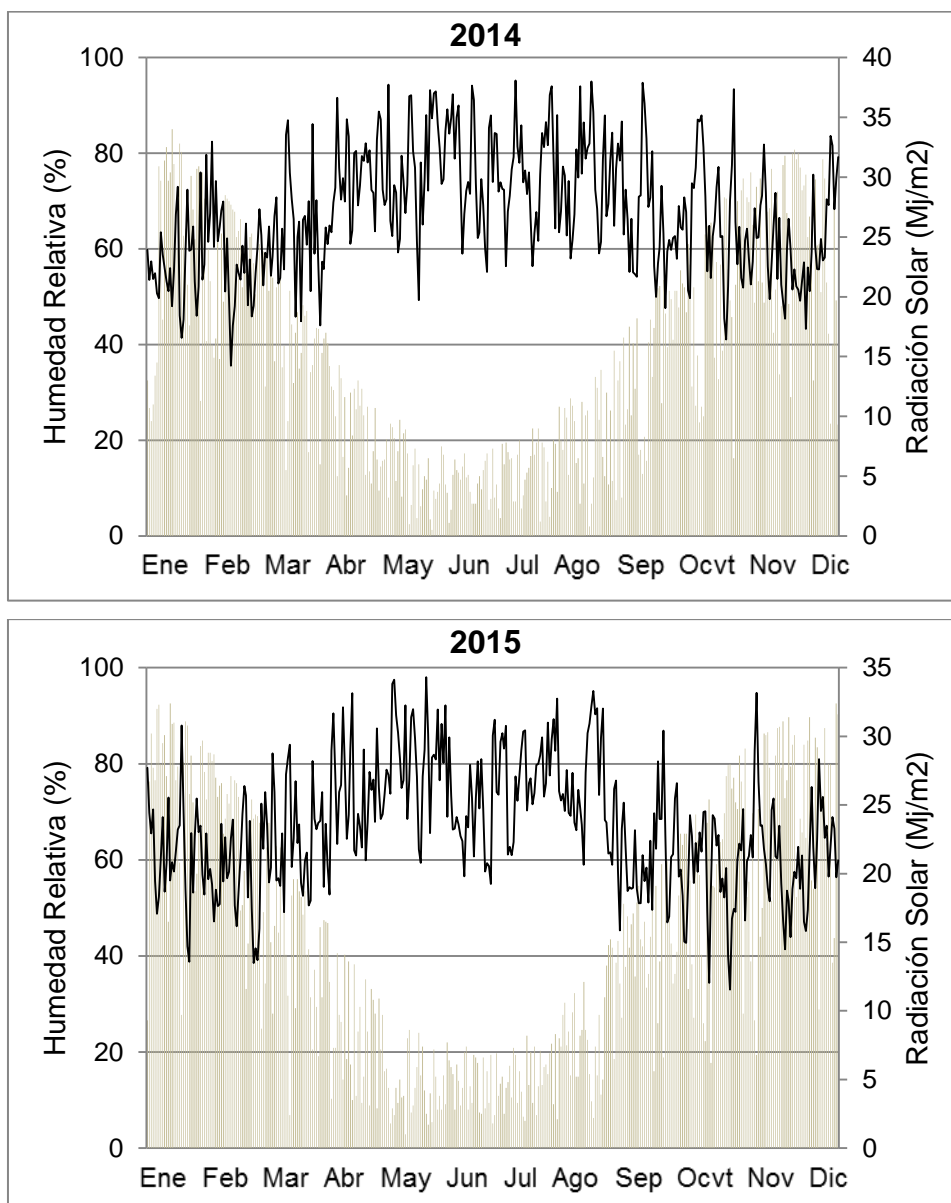
Mayo fue el mes del año con mayor precipitación acumulada para las temporadas 2014 y 2015 con valores mensuales de 181,4 y 215 mm respectivamente. En la temporada 2014 la precipitación acumulada anual (909,4 mm año⁻¹) fue un 12% superior que la temporada 2015 (800,2 mm año⁻¹). El déficit hídrico de la actual temporada ha causado serios daños años a la producción de forraje en la región, solo en los primeros tres meses han caído 35,4 mm, un 70% menos agua que en los mismos meses de la temporada 2015.

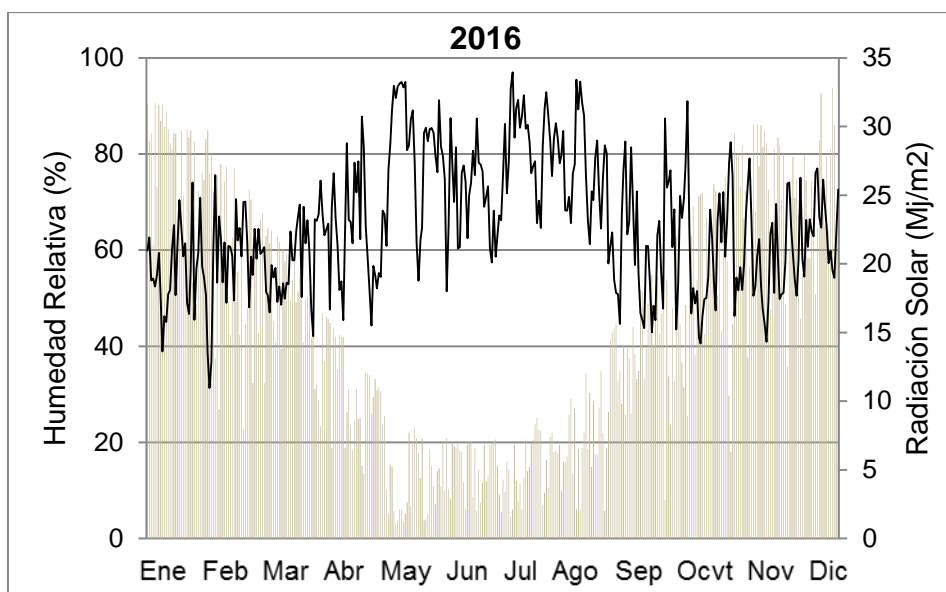
La temperatura y humedad del suelo son factores relevantes en la formación vegetal, como se observa en la Figura 11 la temperatura del suelo (10 cm de profundidad) en la temporada 2015 los valores son altos durante todo el año, solo en diciembre se observa un descenso llegando a los 5 °C, en contraposición que en 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 *N. antarctica* se desarrolla en mallines, con presencia de un duripan de fierrillo, se generan condiciones restringidas de drenaje y acumulación de agua (producto del derretimiento de nieve en las cumbres de montañas), sumando a las bajas temperaturas y fuerza del viento, convierten estos ambientes en lugares inhóspitos para el desarrollo de masas boscosas. Sin embargo, la plasticidad fenotípica observada en *N. antarctica* permite su adaptación y desarrollo en este tipo de condiciones ambientales, en las cuales otras especies del género *Nothofagus* no prosperarían.

Gráfico 6.3. Temperatura del suelo (10 cm) durante las temporadas 2014 - Información obtenida desde la estación meteorológica Vista Hermosa, Coyhaique, Chile.





Fuente: elaboración propia desde <http://agromet.inia.cl>

La caracterización de la fertilidad de los dos sitios de estudio se describen en los siguientes cuadros.

Tabla 6.2. Fertilidad inicial de suelos (micro y macroelementos) del sector de ñirantal en condición de mallín (Balmaceda).

Elementos	Unidad	Tratamientos		
		Testigo Forestal	Silvopastoral	Pradera Natural
N	<i>mg kg⁻¹</i>	185	115	85
P	<i>mg kg⁻¹</i>	10,6	9,0	14,4
K	<i>mg kg⁻¹</i>	325,5	262,1	386,5
S	<i>mg kg⁻¹</i>	3,92	6,82	1,74
pH	-	5,53	5,09	5,33
M.O.	%	16,7	16,6	12,2
Ca	<i>cmol(+) kg⁻¹</i>	17,37	11,38	11,96
Mg	<i>cmol(+) kg⁻¹</i>	6,45	4,46	3,95
K	<i>cmol(+) kg⁻¹</i>	0,74	0,61	0,93
Na	<i>cmol(+) kg⁻¹</i>	0,53	0,6	0,16
Al	<i>cmol(+) kg⁻¹</i>	0,06	0,24	0,09
CICE	-	25,15	17,29	17,1
Sat. Al.	%	0,24	1,41	0,54
B	<i>Ppm</i>	1,01	0,81	0,96

Los niveles de nitrógeno disponible en el predio Balmaceda son elevados. Los niveles de fósforo (Olsen) son medios a bajos en el sector,



probablemente asociado 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 fuertemente el crecimiento vegetal.

El predio Galera Chico posee niveles de nitrógeno adecuados. El fósforo disponible en este caso es superior al predio Balmaceda, no siendo limitante y ayudando a la formación radicular del bosque. Los niveles de azufre son inferiores al sitio de mallin del predio Vista Hermosa. 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.

Tabla 6.3. Fertilidad inicial de suelos (micro y macroelementos) del sector de ñirantal en condición seca (Galera chico).

Elementos	Unidad	Tratamientos		
		Testigo Forestal	Silvopastoral	Pradera Natural
N	<i>mg kg⁻¹</i>	32	26	57
P	<i>mg kg⁻¹</i>	36,1	39,3	18,3
K	<i>mg kg⁻¹</i>	446,2	373,7	523,1
S	<i>mg kg⁻¹</i>	4,54	4,26	2,92
pH	-	6,26	6,38	6,1
M.O.	%	22,9	20	23,3
Ca	<i>cmol(+) kg⁻¹</i>	16,26	15,89	14,49
Mg	<i>cmol(+) kg⁻¹</i>	4,03	3,65	3,82
K	<i>cmol(+) kg⁻¹</i>	1,13	0,95	1,4
Na	<i>cmol(+) kg⁻¹</i>	0,01	0,05	0,04
Al	<i>cmol(+) kg⁻¹</i>	0,03	0,02	0,03
CICE	-	21,48	20,56	19,79
Sat. Al.	%	0,13	0,11	0,15
B	<i>Ppm</i>	1,2	0,8	1,01

Según IREN 1979, la asociación Balmaceda abarca una superficie de 3.250 ha, que se ubican al norte aeropuerto internacional hasta el río Simpson, por el Este a la altura del río Oscuro. Su posición fisiográfica corresponde a un plano de inundación, con relieve plano o casi plano, con 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. 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.

6.2 COMPONENTE FORESTAL

6.2.1 Caracterización de la estructura forestal y raleos en las áreas de estudio.

Una vez 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 2,0 ha por tratamiento. Este muestreo intenso, permitió tener una primera mirada estructural del bosque en ambas condiciones de sitio y tener insumos para la confección 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 presentaron 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⁻¹. 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⁻¹ (Tabla 6.4). El raleo permitió un incremento de un 15% y 30% en el DMC para los sitios Galera Chico y Balmaceda respectivamente (Gráfico 6.4).

Tabla 6.4. Promedios y desvíos de las principales variables de la estructura pre y post raleo para los sitios de Galera Chico y Balmaceda, comuna de Coyhaique, Chile.

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

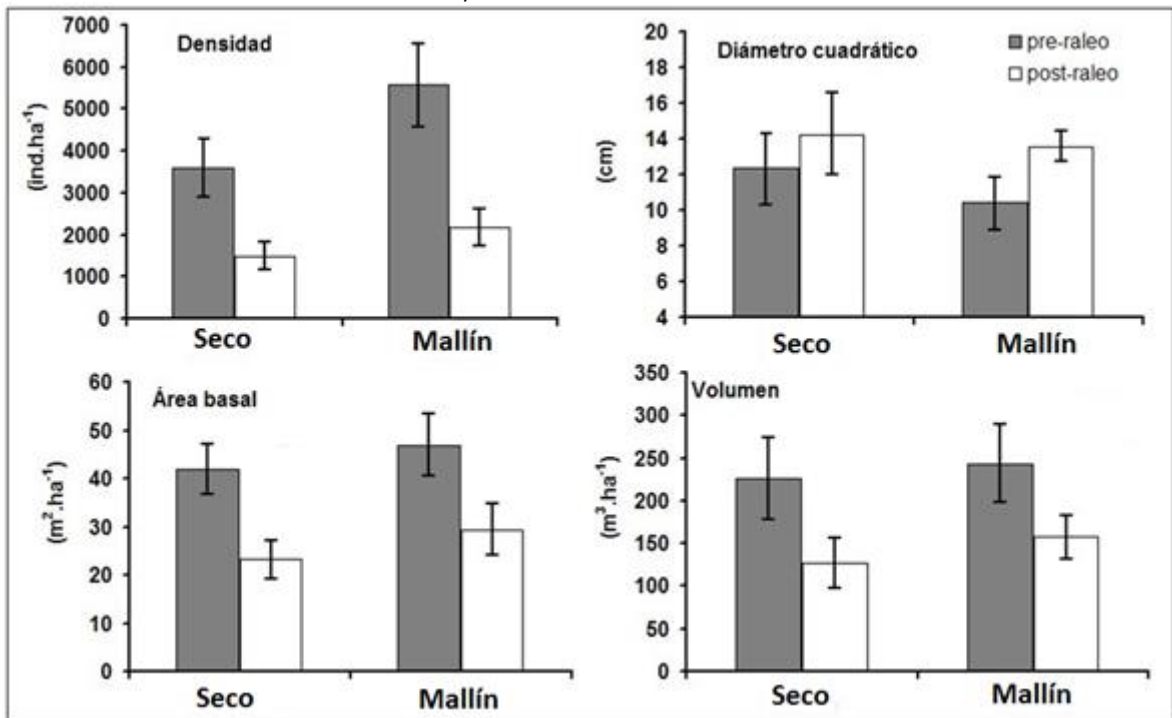
Dónde: N: densidad, AB: área basal; DCM: diámetro cuadrático medio; HD: altura dominante; SQ: calidad de sitio; VTCC: volumen total con corteza.



El raleo realizado fue por lo bajo, para aplicarlo se observó la posición relativa de las copas de los árboles individuales, eligiendo individuos de las posiciones subordinadas (clases de copa inferiores) para extraer. Esta forma de corta es la más común y se basa en la extracción de árboles más pequeños y con menos diámetro logrando seguir el curso natural de desarrollo del rodal.

La variación de las distintas variables después de raleo se presenta en el Gráfico 6.4. Posterior a la intervención se redujo la densidad un 58 y 60% en los sitios Galera Chico y Balmaceda respectivamente. Esta intervención ocasiono una reducción en el volumen de un 43 y 35% respectivamente y un aumento del diámetro medio cuadrático (DMC) de 15 y 30% respectivamente para los sitios Galera Chico y Balmaceda.

Gráfico 6.4. Variación de las variables densidad, área basal, diámetro cuadrático y volumen luego de la intervención, comuna de Coyhaique, Chile. Bams= Galera Chico; Muñoz= Balmaceda.



La altura dominante (HD) se calculó a partir del promedio de los tres individuos más altos de cada parcela. La calidad de sitio se estimó a partir de la altura dominante y una edad de 50 años (promedio entre 32 y 77 años) utilizando la ecuación forzada de Newham ajustada por Ivancich *et al.* (2011). Para estimar el volumen total con corteza se utilizó la ecuación estándar no tradicional que predice el volumen a partir del diámetro normal a 1,30m (DAP) y la calidad de sitio.

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



Dónde; *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, posterior se procedió a cuantificar los anillos de crecimiento de árboles cuyos diámetros se entraron entre 9 y 32 cm. Con este análisis se determinó la edad del rodal fluctúa entre 32 y 77 años con un promedio de 50 años.

Tabla 6.5. Caracterización del muestreo de ñirre para la determinación de la edad del sitio Galera Chico, comuna de Coyhaique.

	DAP (cm)	H_{tot} (m)	Edad
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	

6.2.2 Evaluación forestal continua en parcelas permanentes

En cada situación con bosque de ñirre, se realiza anualmente un seguimiento de la respuesta al raleo, realizando una comparación de 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 instaladas 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 siguientes variables; altura total y de comienzo de copa utilizando Vertex, el DAP con forcípula, sanidad (buena, mala, regular), forma (buena, mala, regular), clases de copa (dominantes, codominantes, intermedios y suprimidos), espesor de corteza utilizando calibrador y finalmente la regeneración natural a través de 4 sub parcelas de 1m² distribuidas en los sentidos cardinales (N, S, E, O).



- **Sitio Galera Chico**

Tabla 6.6. Promedios y desvíos de las variables de estructura forestal de las parcelas permanentes del sitio Galera Chico.

Tratamiento	Año	N ind.ha ⁻¹	DCM cm	HD m	AB m ² .ha ⁻¹	VTCC m ³ .ha ⁻¹
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

Dónde: N: densidad, AB: área basal (m² ha⁻¹); DCM: diámetro cuadrático medio (cm); HD: altura dominante (m); VTCC: volumen total con corteza (m³ ha⁻¹).

La densidad del *Testigo Forestal* fue de 6.717 árb ha⁻¹ una densidad común de encontrar en renovales de ñirre de mediana edad como este. Es importante considerar la tasa de mortalidad natural del ñirre producto de la competencia intraespecífica, que para la temporada de un año de evaluación fue de 84 árb ha⁻¹ para el bosque sin intervención comparado con el bosque raleado donde no se observó muerte natural.

Tabla 6.7. Incremento en diámetro, área basal y volumen por tratamiento para el sitio Galera Chico, comuna de Coyhaique.

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

Dónde IncDCM: incremento en diámetro cuadrático medio; IncAB: incremento en área basal; IncVTTC: incremento en volumen total con corteza.

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 del 253% y 264% respectivamente.

En la tabla 6.8 se presenta la participación porcentual de los tratamientos por estado de desarrollo en relación al diámetro medio cuadrático (DMC). La anterior clasificación es usada para otros Tipos Forestales que difieren mucho de los bosques de ñirre (p.e. Lengua). Por lo que es necesario crear una clasificación individual para este tipo de bosques, que responda no solo a la variables dasométricas, sino más bien incorpore otras variables del sitio.

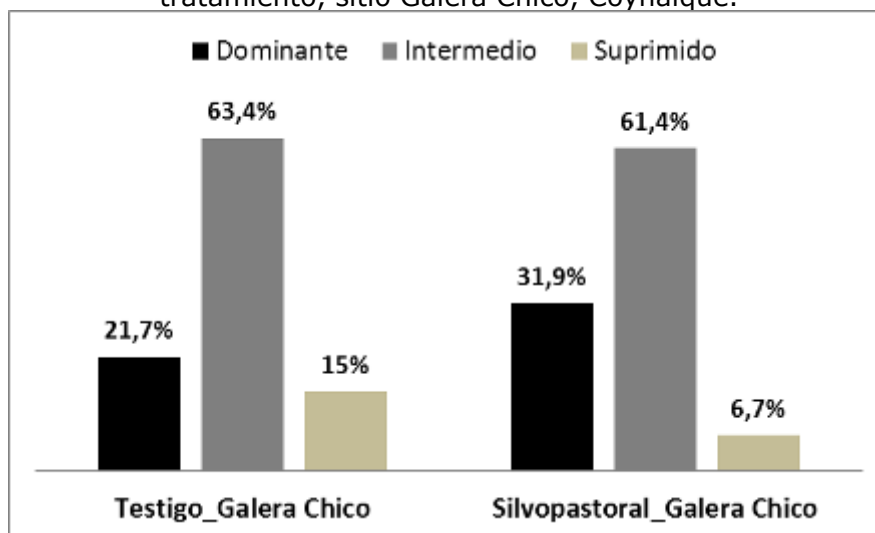


Tabla 6.8. Clasificación del estado de desarrollo de cada sitio, a través, de la participación porcentual del DMC en cada tratamiento.

Estado de desarrollo	Rango DMC (cm)	Participación por sitio (%)			
		Testigo Forestal		Silvopastoral	
		2015	2016	2015	2016
Replado		-	-	-	-
Brinzal	<i>Bajo</i>	-	-	-	-
	<i>Alto</i> ≤ 10	100%	66,7%	-	-
Latizal	<i>Bajo</i> > 10 ≤ 20		33,3%	100%	100%
	<i>Alto</i> > 20 ≤ 30	-	-	-	-
Fustal	<i>Joven</i> > 30 ≤ 50	-	-	-	-
	<i>Fustal</i> > 50 ≤ 70	-	-	-	-
Sobremaduro	> 70	-	-	-	-

La Tabla anterior clasifica a los bosques sin intervención en su mayoría como "brinzal alto" a diferencia del sitio Galera Chico donde un 33,3% corresponde a "latizal bajo". Por otro lado, los tratamientos Silvopastoral en ambas condiciones de sitio fueron clasificadas en un 100% como "latizal bajo".

Gráfico 6.5. Participación de la posición relativa de las copas de ñirre en cada tratamiento, sitio Galera Chico, Coyhaique.



La posición sociológica de las copas se presenta en el Gráfico 6.5, donde es posible diferenciar gráficamente cada clase de copas y orientar la intervención silvícola futura. Los predios ya intervenidos (Silvopastoral) poseen una menor proporción de individuos suprimidos no superando el 7% de participación, hecho contrario ocurre en el tratamiento con cobertura completa donde ocurre una mayor proporción de individuos suprimidos de 15%. Existe una alta proporción de la clase social Intermedio en ambos



tratamientos cercanos al 60% y una menor proporción de árboles dominantes cercano a 1/3 del total.

- **Sitio Balmaceda**

Tabla 6.9. Promedios y desvíos de las variables de estructura forestal de las parcelas permanentes del sitio Balmaceda, comuna de Coyhaique.

Tratamiento	Año	N ind.ha ⁻¹	DCM cm	HD m	AB m ² .ha ⁻¹	VTCC m ³ .ha ⁻¹
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

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

En ambas condiciones de sitio, el bosque presenta una estructura regular de origen 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 sin intervenir del sitio de mallín presentó mayor densidad que en el sitio *Galera Chico*, pero la tasa de mortalidad fue nula. Por otro lado, en el tratamiento *Silvopastoral* se evidenció muerte de árboles a una tasa de 33 árb ha⁻¹, producto de los fuertes vientos en primavera.

Tabla 6.10. Incremento en diámetro, área basal y volumen por tratamiento para el sitio Balmaceda, comuna de Coyhaique.

Tratamiento	IncDCM 2014- 2015 cm. año ⁻¹	IncDCM 2015- 2016 cm. año ⁻¹	IncAB 2014- 2015 m ² .ha- 1.año ⁻¹	IncAB 2015- 2016 m ² .ha- 1.año ⁻¹	IncVTTC 2014- 2015 m ³ .ha- 1.año ⁻¹	IncVTTC 2015- 2016 m ³ .ha- 1.año ⁻¹
	Testigo Forestal	0,05 ±0,04	0,15 ±0,01	0,6 ±0,6	1,6 ±0,2	3,1 ±2,9
Silvopastoral	0,2 ±0,1	0,3 ±0,05	0,5 ±0,2	1,4 ±0,05	3,0 ±1,0	7,5 ±0,4

Dónde IncDCM: incremento en diámetro cuadrático medio; IncAB: incremento en área basal; IncVTTC: incremento en volumen total con corteza.

Pasado dos temporadas de evaluación en el tratamiento *Testigo Forestal* se observaron incrementos de 0,05 y 0,15 cm.año⁻¹ para las temporadas 2014-2015 y 2015-2016 respectivamente. Respuesta positiva fue encontrado



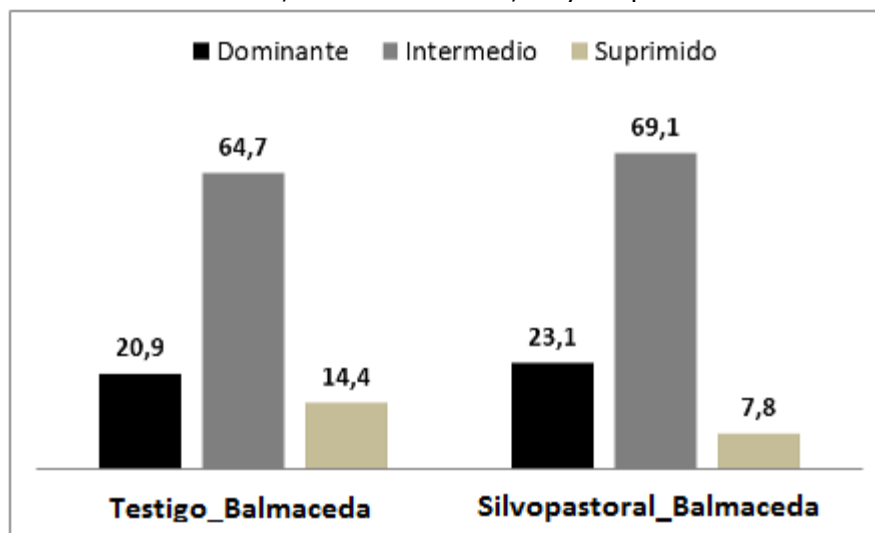
producto del raleo, presentando incrementos un 400 y 200% mayores al testigo en los ambas temporadas respectivamente.

Tabla 6.11. Clasificación del estado de desarrollo de cada sitio, a través, de la participación porcentual del DMC en cada tratamiento.

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

La Tabla 6.11 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.

Gráfico 6.6. Participación de la posición relativa de las copas de ñirre en cada tratamiento, sitio Balmaceda, Coyhaique.



La clasificación social de la copa fue caracterizada a través de observación visual del evaluador. En el Gráfico 6.6 es posible diferenciar gráficamente la proporción de clase de copa por tipo de bosque (con y sin intervención). Para el caso del bosque con intervención (*Silvopastoral*) posee una mayor proporción de individuos suprimidos no superando el 8% en comparación con el tratamiento con cobertura completa (*Testigo Forestal*) que posee 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.

6.2.3 Cobertura del dosel

Para estimar la cobertura del dosel en cada condición boscosa, se evaluaron fotografías hemisféricas en las tres parcelas permanentes (P₁, P₂, P₃) en orientaciones Norte-Sur y Este-Oeste. La cobertura boscosa antes de la intervención fue de 72,5% en el ñirantal en condición seca y 71,4% en condición de mallín (Tabla 6.12). Posterior al raleo los parámetros cambiaron moderadamente a 46,2% y 46,9% respectivamente.

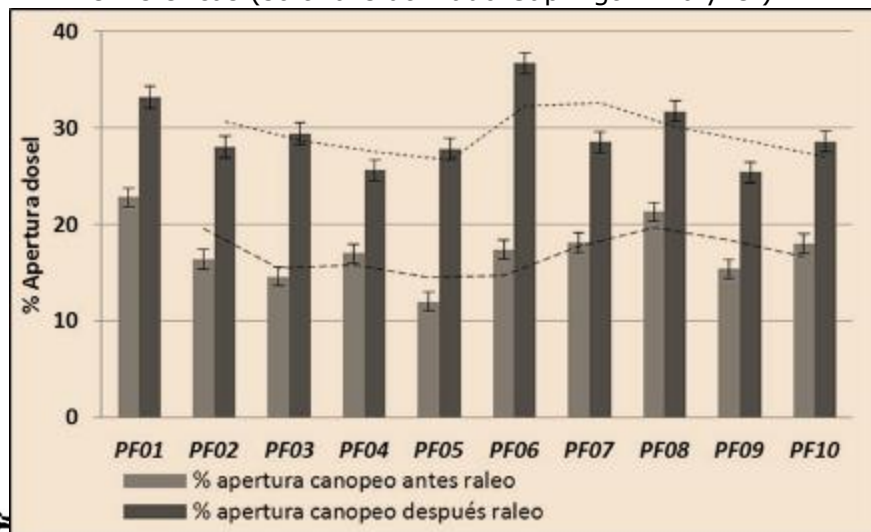
Tabla 6.12. Parámetros de cobertura del dosel en diferentes condiciones de ñirantal, evaluado a través de fotografías hemisféricas, Coyhaique, Chile.

Sitio	Tratamiento	Cobertura del dosel (%)						Media (± D. est.)
		N - S			E - O			
		P1	P2	P3	P1	P2	P3	
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
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	44,9	46,61	46,2 ± 1,8

6.2.4 Análisis lumínico del dosel

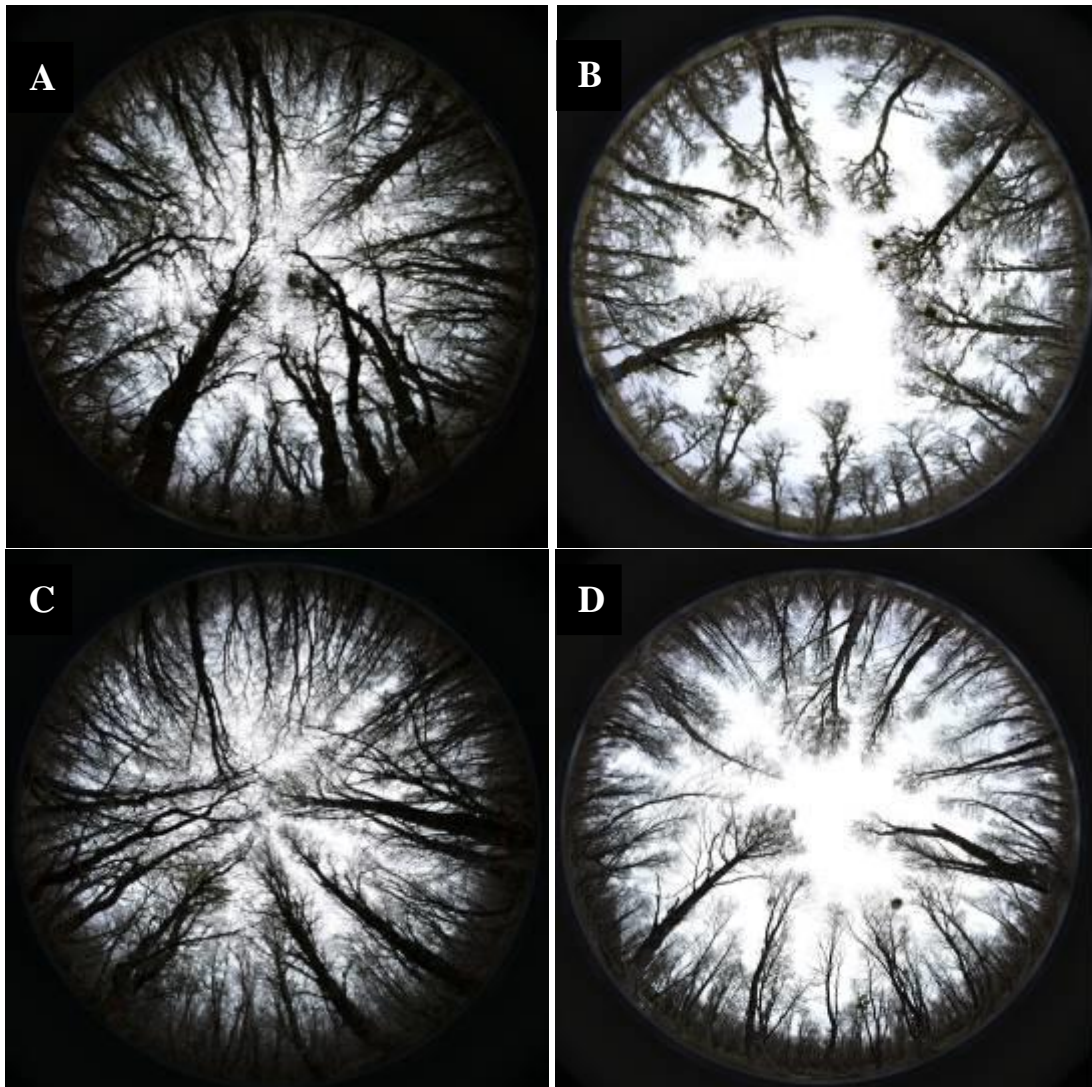
Las variaciones en los régimen lumínicos al interior del bosque provocan cambios en la composición de las especies de los estratos inferiores, principalmente el sotobosque o estrata herbácea a través del tiempo. Poder cuantificar estas variaciones es clave para entender las inter relaciones que ocurren bajo el bosque.

Gráfico 6.7. Análisis del porcentaje de apertura del canopeo en un renoval de *N. antarctica* antes y después de un raleo silvopastoral, a través, de fotografías hemisféricas (software utilizado Gap Ligth Analyzer).



Existen variados métodos para estimar las variaciones lumínicas al interior del bosque, desde evaluaciones visuales de carácter cualitativo a modernos equipamientos data logger. Un método de fácil utilización corresponde a las Fotografías Hemisféricas, que es un método adaptado de la fotografía profesional para la estimación de variables fotométricas y radiométricas del canopeo.

Figura 6.2. Fotografías hemisféricas de un bosque de *N. antarctica* en dos condiciones de sitio, Coyhaique, Chile. A= tratamiento *Testigo Forestal* sitio Galera Chico; B= tratamiento *Silvopastoral* sitio Galera Chico; C= tratamiento *Testigo Forestal* sitio Balmaceda; D= *Tratamiento Silvopastoral* sitio Balmaceda.



Para la estimación de las variables lumínicas en cada sitio en el tiempo, se tomaron tres fotografías hemisféricas en cada tratamiento del ñirantal, una en cada parcela de inventario. Para ello se utilizó un lente ojo de pez (campo visual 185°) a una altura de 1 m. del suelo, con el fin de cuantificar el cambio en el régimen lumínico a nivel de rodal. 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 & 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 10 fotografías hemisféricas se realizó con el software Hemi View. Los resultados del análisis de intensidad lumínica para tratamiento Silvopastoral en el sitio Galera Chico se presentan en el Gráfico 6.7.

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. La situación lumínica del bosque de ñirre (condición seca) presentó una cobertura de copa de 82,7% y una transmisividad de 17,3% antes de la intervención, posterior al raleo los parámetros cambiaron moderadamente a 65% de cobertura de copa y 35% de transmisividad respectivamente.

Gráfico 6.8. Situación de los parámetros lumínicos de fotografías hemisféricas de un bosque de *N. antarctica* en dos condiciones de sitio, Coyhaique, Chile.

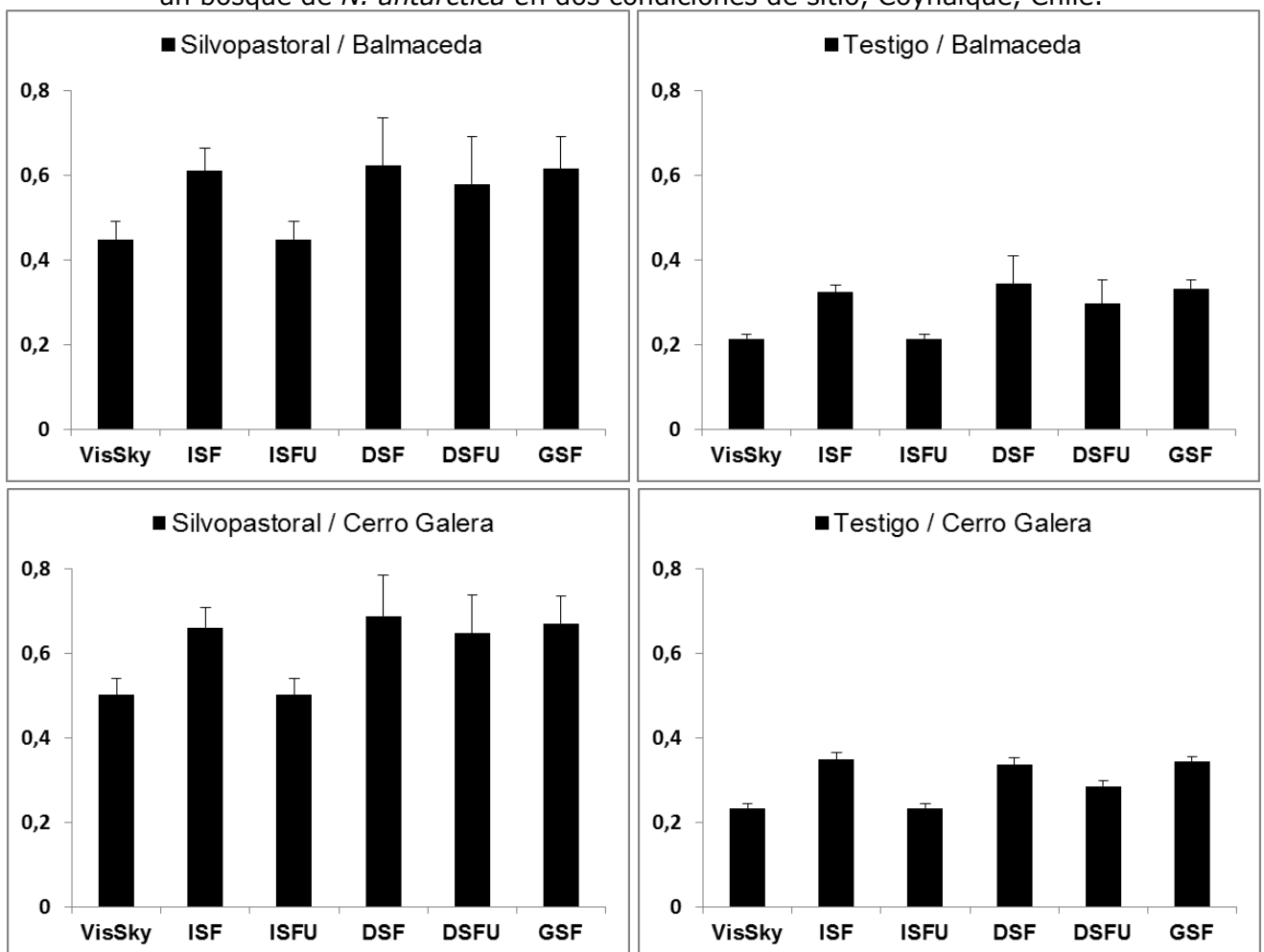


Tabla 6.13. Parámetros lumínicos de fotografías hemisféricas de un bosque de *N. antarctica* en dos condiciones de sitio, Coyhaique, Chile.

Overall Values									
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	

Dónde: VisSky= proporción de los pixeles de la bóveda de cielo que se encuentra con cielo visible, valor de 0 está todo oscuro, valor de 1 está todo abierto. ISF= proporción de radiación solar difusa. DSF= proporción de radiación solar directa. GSF= proporción de radiación solar global.

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 este umbral 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 equiángular.

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. Mientras tanto para los tratamiento en los cuales se aplicó un raleo (*Silvopastoral*) los valores de cielo visible fueron de 44,9% y 50,1% para los sitios Balmaceda y Galera Chico respectivamente.

Por otro lado, 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 bosques sin intervención se registró una ISF cercana al 30% en ambas condiciones, lo que indica cerca de un doble más de radiación solar que llega sobre el *Tratamiento Silvopastoral*.

6.3 CONTINUIDAD DEL ESTRATO ARBÓREO

La rentabilidad y sustentabilidad a largo plazo de un sistema silvopastoral depende entre otras cosas la de mantener el estrato arbóreo (Peri *et al.* 2009). Garantizar la continuidad del bosque es vital para la provisión de bienes y servicios ambientales (calidad de agua, control de la erosión, biodiversidad, entre otros), producción de forraje, reparo del ganado entre otros.

Existen dos estrategias de las especies vegetales para reproducirse y crear descendencia; la *reproducción asexual* y la *reproducción sexual*. La primera genera nuevos individuos a partir de órganos vegetativos, por esto también se le denomina multiplicación vegetativa, esta tiene como virtud la rápida propagación de las plantas, porque se generan muchos organismos en poco tiempo, sin embargo, su defecto es que todos los organismos son idénticos a los padres y si ocurre algún disturbio en el ambiente, lo más probable es que todos se vean afectados. En cambio, la reproducción sexual es un proceso más lento, debe existir el proceso de fecundación. A su vez, la ventaja que posee este tipo de reproducción es la variabilidad genética, porque los descendientes no son idénticos a los padres, y esto es muy beneficioso porque genera evolución.

Existe escasa información relacionada con la dinámica de la regeneración en bosques de *N. antarctica* en el territorio nacional. La mayor cantidad de información 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 plántulas en bosques más densos; y Soler *et al.* (2010) evaluaron la producción de flores y semillas. La misma autora evaluó la instalación y supervivencia de regeneración en bosques primarios, secundarios y bajo uso silvopastoril de



ñirre en Tierra del Fuego. En estos últimos trabajos 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 (bosques primarios, secundarios y bajo uso silvopastoril) en la instalación de regeneración (Soler, 2011).

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, 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.

6.3.1 Propagación sexual

Análisis físico de semillas de *N. antarctica*.

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 de semillación de la especie, se recolectaron semillas de los bosques en estudio.

La extracción de semillas consistió en la corta de ramas y cosecha manual durante el mes de marzo de cada año. Las semillas fueron almacenadas en depósitos plásticos y llevadas al vivero para su extracción y limpieza. El ensayo se realizó en el Laboratorio de Genética del Instituto Forestal sede Biobío en la ciudad de Concepción. Las semillas ingresaron al laboratorio durante el mes de julio cada año para su posterior análisis.

Tabla 6.14. Parámetros físicos de semillas de *Nothofagus antarctica* en dos condiciones de sitio, Coyhaique, Chile.

Sitio (año de evaluación)	Pureza [%]	Nº semillas kg ⁻¹	Peso semillas [g]*	Tamaño semillas		
				Largo [mm]	Ancho [mm]	Lar/Anch. (mm)
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

* N=1.000 semillas.

El análisis físico de semillas fue realizada previo al ensayo de germinación. Entre los parámetros físicos de semillas de ñirre se determinó el peso de semillas, 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).

El peso de semillas de ñirre (N=1.000) procedente de un ñirantal en condición de mallín (Balmaceda) fue de 1,27 - 1,45 y 0,76 gr y el número de semillas por kilogramo fue de 784.450 - 972.000 y 1.368.000 sem kg⁻¹ respectivamente para las temporadas 2014, 2015 y 2016. Por otro lado, el ñirantal en condición seca presentó un mayor peso de semillas de 1,63 grs y menor cantidad de semillas por kilogramo (718.000 sem kg⁻¹) para la temporada 2014. Valores similares fueron entregados por Bahamonde (2013), quien evaluó el peso de 1.000 semillas de ñirre en diferentes clases de sitio en la Patagonia argentina, encontrando valores entre los rangos 1,1 y 1,6 g Sin embargo, en la temporada 2016 de ambos sitios se encontró diferencia en el peso y número de semillas por kilogramo, presentando bajos valores de peso (0,76 y 0,73 sitios mallín y seco respectivamente) y altos número de semillas que superaron el millón para ambos sitios con tamaños menores y por ende menor poder germinativo.

Parámetros germinativos de semillas de *N. antarctica*

Posteriormente en cada año de recolección se realizaron análisis de germinación para las semillas de ñirre bajo condiciones controladas. Se evaluaron semillas de ambas procedencias regionales (Tabla 6.16). Las semillas en cada temporada de recolección fueron llevadas a cámaras de frío a una temperatura constante de 4°C por un tiempo determinado por los siguientes tratamientos pre-germinativos de la Tabla 6.15:

Tabla 6.15. Tratamientos pre-germinativos evaluados para los ensayos de germinación de semillas de ñirre, comuna de Coyhaique.

Tratamiento	Tiempo de estratificación en frío
T1	0 días
T2	30 días
T3	45 días
T4	60 días
T5	Ácido Giberélico (200ppm por 24 horas)

Los parámetros germinativos de ñirre en una condición de mallín muestran que la Capacidad Germinativa (CG%) fue directamente proporcional al tiempo de estratificación (considerando un máximo de 45 días de estratificación) en ambos periodos de evaluación. En general, ñirre presentan baja capacidad de germinación, alcanzando un máximo de 28% (T3= estratificación de 45 días temporada 2014). Similares resultados fueron presentados por Premoli (1991), quien observó que las respuestas a la germinación fue muy baja, por diversos factores, entre ellos; herbivoría



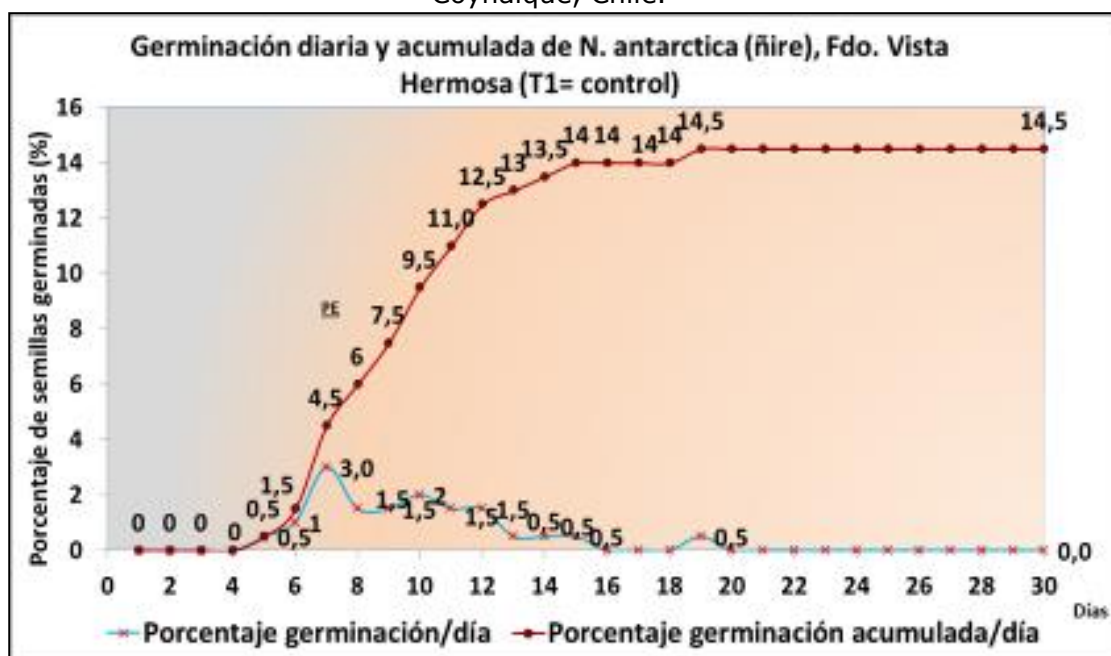
por insectos, en particular, el Orden Lepidoptera (Gentili y Gentili, 1988), generación de tumores por ataque de bacterias, hongos y/o virus (Braun, 1969), o desarrollo partenocárpico de las semillas por tratarse probablemente de un año de escasa floración (Poole, 1950). En la evaluación de la temporada 2015 se obtuvo una CG% máxima de 12% en 30 días de estratificación (T2) para el ñirantal en condición de mallín y un 19,3% para la condición de ñirantal en un sitio seco, bajo el mismo tratamiento.

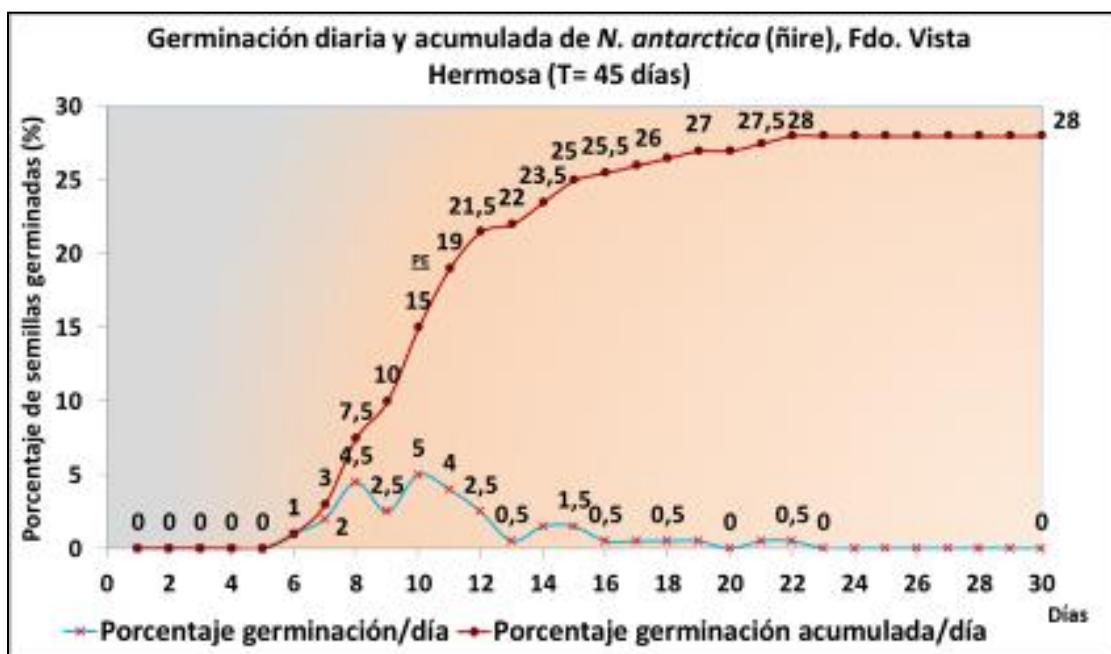
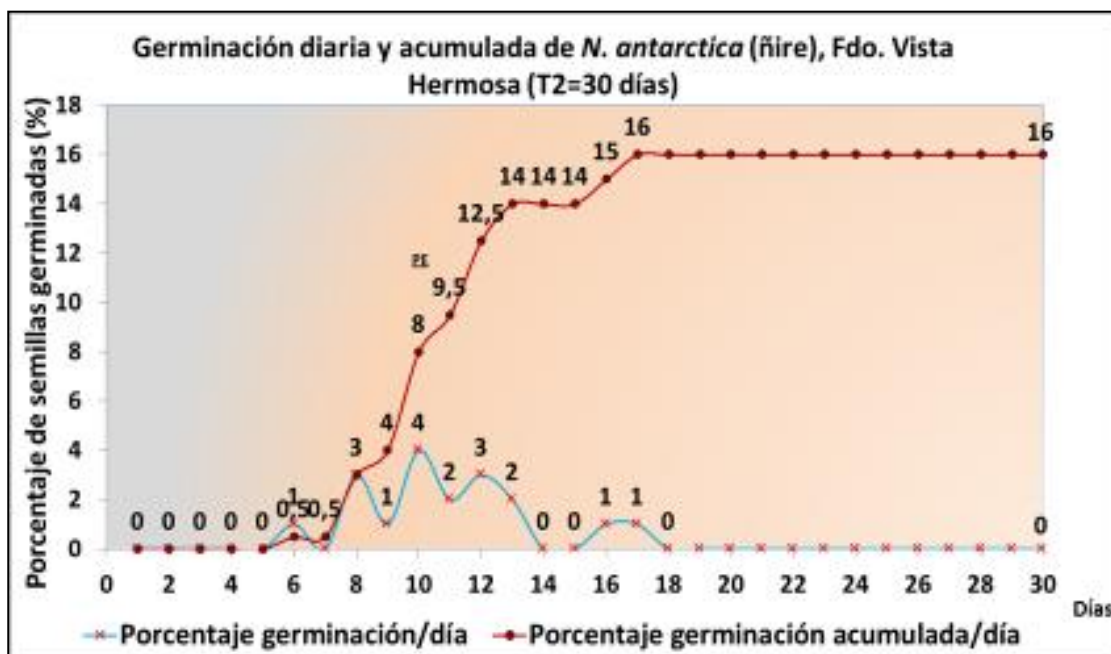
Tabla 6.16. Parámetros de germinación de semillas de ñirre procedentes de los sitios Balmaceda y Galera Chico, Coyhaique, Chile.

Sitio (Ubicación geográfica)	Tratamientos (estrat. frío)	Capacidad germinativa [%]			Energía germinativa [%]			Periodo de energía [%]		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
<i>Balmaceda</i> (45°52' Lat S; 71°49' Long W)	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
<i>Galera Chico</i> (45°50' Lat S; 71°50' Long W)	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

s.i.= sin información.

Gráfico 6.9. Comportamiento de la germinación acumulada y % de germinación de semillas de ñirre en la temporada 2014, procedente de un ñirantal en condición de mallín, a través de tres tratamientos pre-germinativos, Fdo. Vista Hermosa, Coyhaique, Chile.



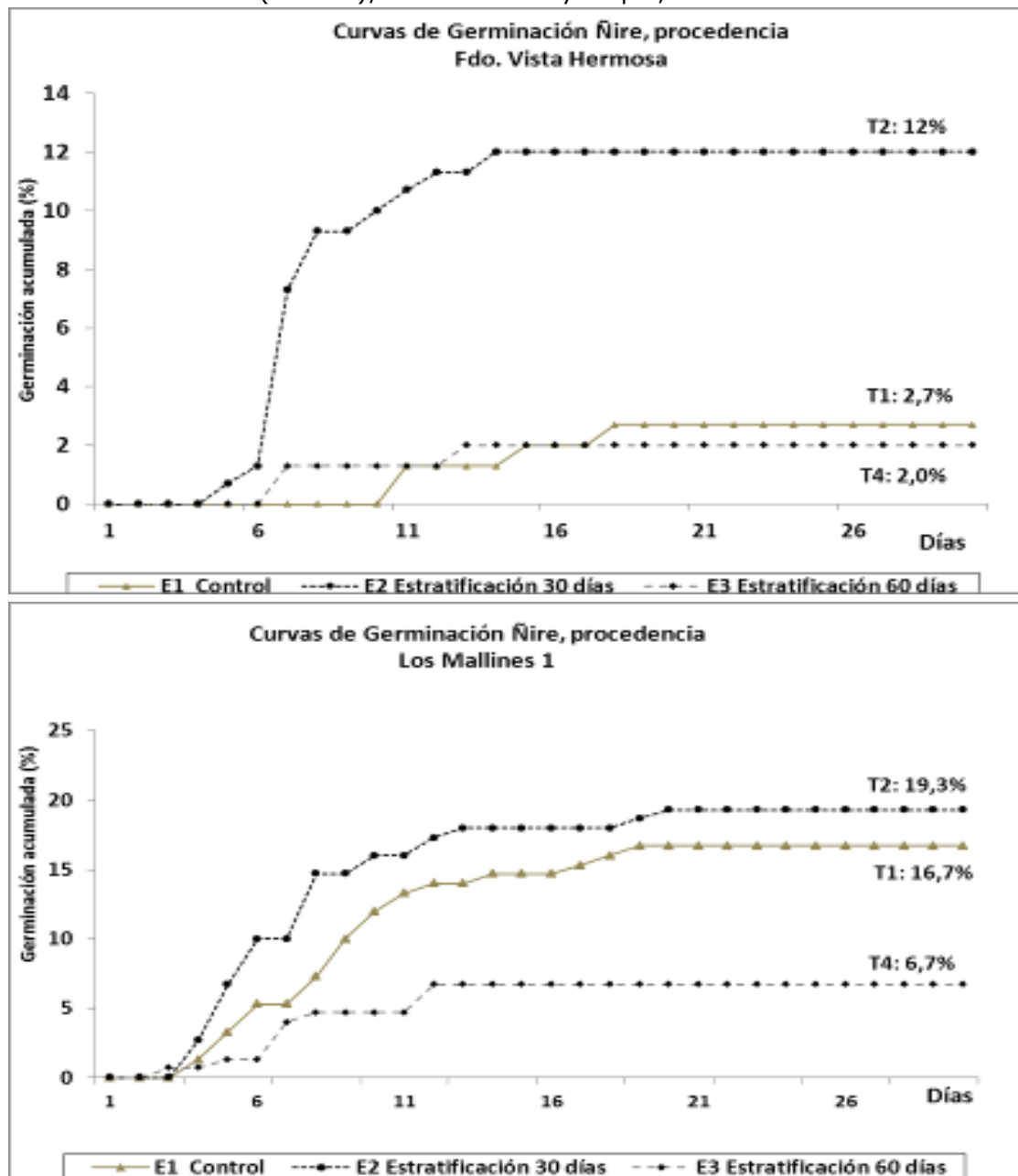


En todos los tratamientos evaluados entre los días 5 – 7 se observa actividad germinativa, la que se incrementa levemente hasta llegar a su máximo en el día 30 que coincide con el límite de evaluación. En la condición de mallín el ñirantal presento máximos de capacidad germinativa (%CG) de 14,5%, 16,0% y 28,0% para los tratamientos T0, T1 y T3 respectivamente (Gráfico 6.9). La mayor proporción (28%) de las semillas de ñire se activaron a los 45 días en frio, siendo este valor el más alto encontrado para la especie en el territorio nacional.



Los parámetros germinativos de ñire en la temporada 2015 (Gráfico 6.10) son bajos, presentando los mejores resultados al estratificar por 30 días, donde se obtuvo una capacidad germinativa de 19,3% y 12% en los sectores de Los Mallines y Vista Hermosa respectivamente. El tratamiento control (sin estratificación en frío) en ambos sitios supero 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.

Gráfico 6.10. Curvas de germinación de ñire, procedentes de dos condiciones de sitio en la temporada 2015, condición de mallín (superior) y condición seca (inferior), comuna de Coyhaique, Chile.



Producción de plantas de *N. antarctica* en vivero

Las semillas recolectadas de las procedencias Balmaceda, ambas relacionadas a los sitios de estudio, fueron sembradas en almacigueras al interior de un invernáculo en dependencias de INFOR en la ciudad de Coyhaique.

Al transcurrir dos temporadas de crecimiento las plantas fueron evaluadas con el fin de caracterizar los parámetros morfológicos de cada condición de ñirantal (Tabla 6.17).

Tabla 6.17. Parámetros de crecimiento de plantas de ñirre producidas por semillas en vivero de INFOR, Coyhaique, Chile.

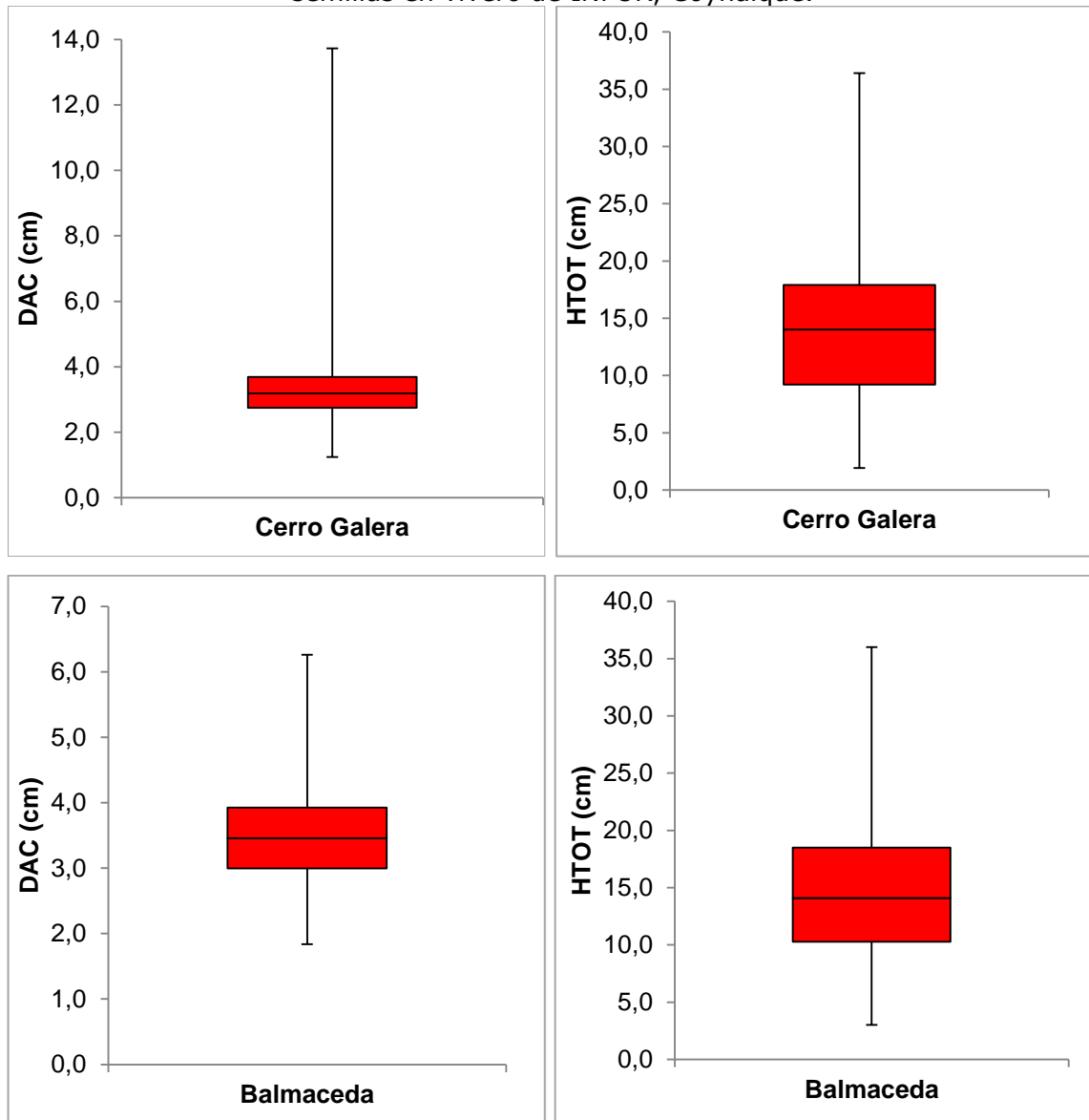
Estadísticos	Galera Chico (N=180)		Balmaceda (N=180)	
	DAC [mm]	Htot [cm]	DAC [mm]	Htot [cm]
Media (μ)	3,397	14,360	3,435	15,075
Desviación Estándar (S)	0,85	5,08	0,63	5,00
Máximo	13,7	36,4	6,2	36,0
Mínimo	1,2	1,9	1,8	3,0

DAC= diámetro a la altura del pecho (mm). Htot= altura total (cm).

Figura 6.3. Medición de parámetros morfológicos de plantas de ñirre producidas en invernadero.



Gráfico 6.11. Diagrama de cajas (Box Plot) representando los parámetros de crecimiento (DAC, HTOT) de plantas de ñirre en dos condiciones producidas por semillas en vivero de INFOR, Coyhaique.



Los diámetros de cuello no presentaron diferencias según el sitio, se exhibieron promedios sobre 3 mm con máximos de 13,7 y 6,2 mm para las condiciones seca y mallín respectivamente. Por otro lado, el promedio de las alturas de las plantas evaluadas fue mayor en la condición húmeda (15,07 cm) en comparación con la condición seca (14,36 cm), llegando a máximos similares de 36 cm de altura después de dos temporadas.



Parámetros morfológicos de la hoja de *N. antarctica*

Para determinar los parámetros morfológicos y de calidad de las hojas de ñirre en cada una de los sitios se tomó al azar una muestra de cien hojas que se llevaron inmediatamente al laboratorio para ser analizadas morfológicamente, la misma cantidad (N=100) fue obtenida de plantas producidas en invernadero procedentes de los mismos sitios. Estas hojas fueron pesadas con una balanza analítica (0,0001 gr) y secadas en una estufa a 50 °C para determinar su contenido en materia seca.

Los parámetros de calidad controlados fueron: longitud de la hoja, medida desde el extremo del pecíolo al extremo del limbo, ancho de hoja, medida en la zona más ancha, relación largo/ancho de la hoja, peso fresco de 100 hojas y materia seca, determinada tras tener las hojas en una estufa a 50 °C hasta alcanzar un peso constante, expresada en porcentaje de peso seco respecto a peso fresco, de la hoja entera.

Tabla 6.18. Parámetros morfológicos de hojas de ñirre obtenidas desde árboles en el bosque y de plantas producidas en invernadero.

Sitios	Largo de hoja (mm)	Ancho de hoja (mm)	Relación largo y ancho (L/A)	Peso hojas (mg) N=100		Materia seca (%MS)	
				PV	PS		
Hojas obtenidas de árboles en el 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	110,0	55,5%
Hojas obtenidas de plantas en invernadero	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 (mm), A= ancho de hojas (mm), L/A=relación largo y ancho de hojas, PV= peso verde (mg), PS= peso seco (mg), %MS= materia seca.

En la Tabla 6.18 se muestran los parámetros de hojas de ñirre evaluados para muestras obtenidas desde el bosque y desde plantas producidas en invernadero. El factor sitio no mostro incidencia en la relación largo y ancho de las hojas de ñirre. Las hojas obtenidas en vivero poseen una mayor superficie foliar que las encontradas en el bosque, debido principalmente a factores climáticos propios del sitio. En general el tamaño promedio de hojas de ñirre desde el bosque (distribución natural) no supera los 2,0 cm de largo y los 1,1 cm de ancho.



Gráfico 6.12. Diagrama de cajas (Box Plot) representando parámetros morfológicos (LARGO, ANCHO) de hojas de ñirre de dos condiciones de sitio, obtenidas desde plantas producidas en invernadero.

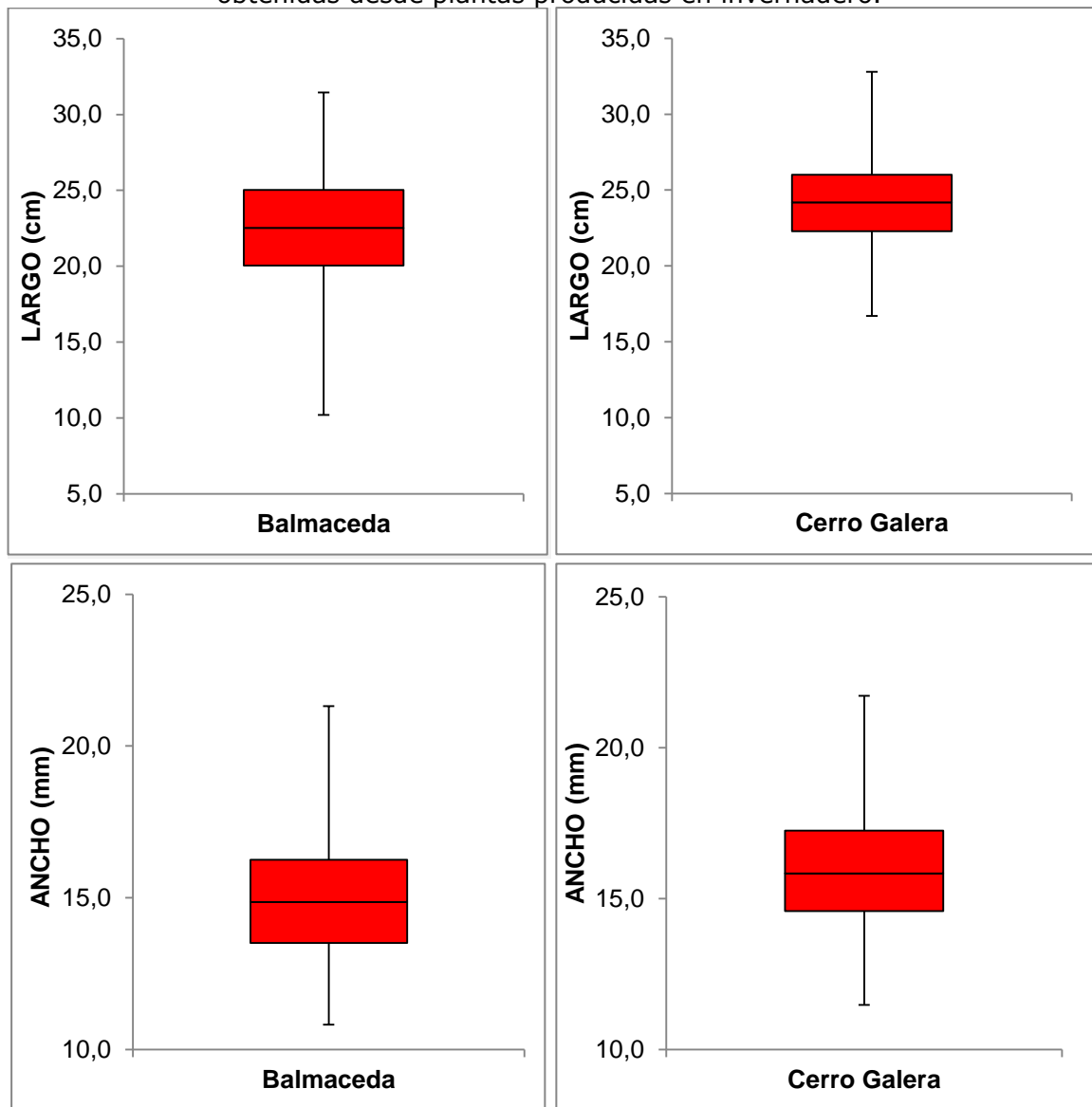
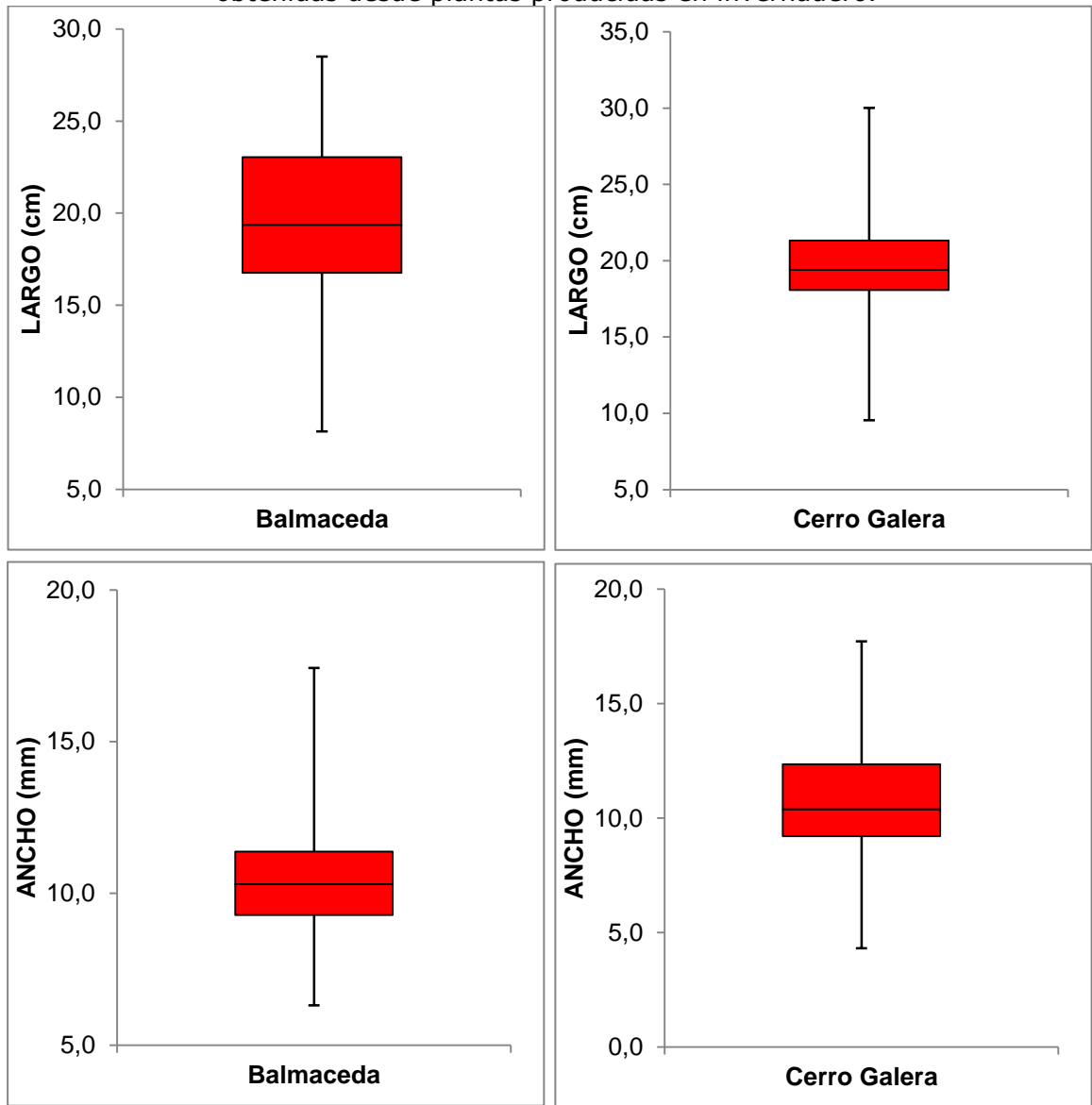


Gráfico 6.13. Diagrama de cajas (Box Plot) representando parámetros morfológicos (LARGO, ANCHO) de hojas de ñirre de dos condiciones de sitio, obtenidas desde plantas producidas en invernadero.



6.3.2 Propagación asexual

Entre la temporada 2013 y 2016 se realizaron diversos ensayos de propagación vegetativa de ñirre. Para efectuar los ensayos se colectó material vegetativo (estacas o esquejes) procedente de ambos sitios en estudio (Tabla 6.19). Se procuró que el material vegetal sea obtenido del último crecimiento anual o bianual de cada árbol.

Tabla 6.19. Información de sitios de colecta del material vegetativo de ñirre.

Sitio	Predio	Latitud	Altitud (msnm)	hábito del bosque
Balmaceda	Fdo. Vista Hermosa	45° 52'	536	arbóreo
Galera	Los Mallines	45° 50'	564	arbóreo

A continuación se presentan los resultados de los ensayos de reproducción vegetativa.

Ensayo I: El material vegetal fue evaluado a través de cinco tratamientos, utilizando diferentes concentraciones de ácido indolbutírico (AIB). El ensayo considero un horizonte de 30 días para la evaluación.

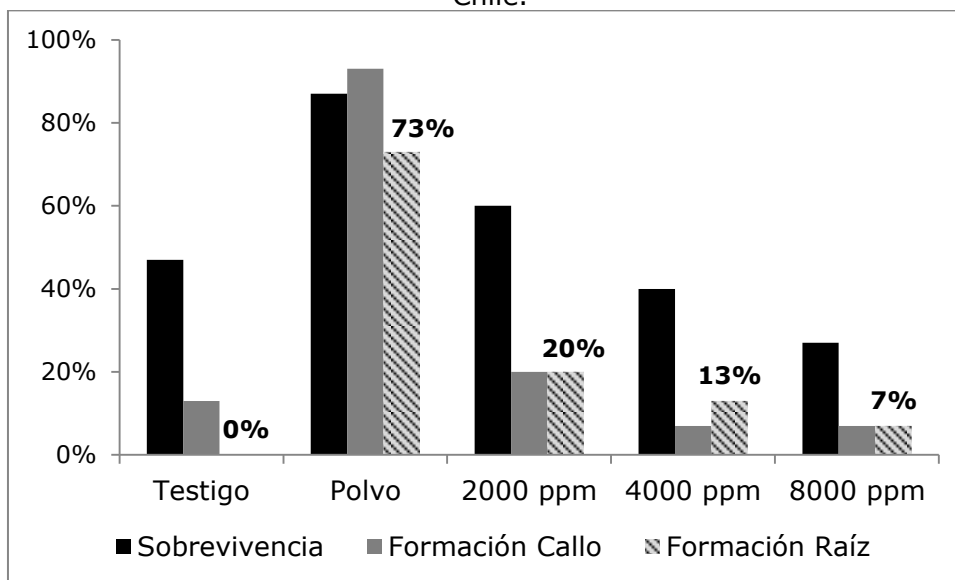
Tabla 6.20. Tratamientos evaluados para el Ensayo I de reproducción vegetativa en *N. antarctica*, Coyhaique, Chile.

Tratamiento	Concentración AIB (ppm)	Solución (ml)		Número de muestras
		Auxina	Alcohol 50%	
T0	Testigo	0	0	15
T1	Polvo	-	-	15
T2	2.000	1	5	15
T3	4.000	1	2,5	15
T4	8.000	1	1,25	15

Como se refleja en el Gráfico 6.14 se observó un alto porcentaje de formación de callo en el tratamiento T1 con formulación de AIB en polvo (93%), sin embargo, la sobrevivencia 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 sobrevivencia superior al 40%, sin embargo pasado los días los esquejes no presentaron respuesta y murieron en su totalidad. Los menores respuestas a la formación de callos se obtuvieron con altas concentraciones de auxina (4.000 – 8.000 ppm), en ambas solo el 7% de las estacas formaron callosidad.



Gráfico 6.14. Efecto de diferentes concentraciones de Ácido Indol Butílico (AIB) en la sobrevivencia, formación de callos y raíces de esquejes de ñirre, Coyhaique, Chile.



El tratamiento T1 de formulación en polvo presentó la mejor respuesta en la formación de raíces (73%), lo que hace recomendable su uso para propagación vegetativa. El Gráfico 6.14 muestra que existe 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. Por otro lado, el tratamiento testigo (T0), si bien no presenta respuesta a la formación radicular, se observó un 47% de sobrevivencia de las estacas en la evaluación de 30 días, lo que indicaría, que ñirre sin aplicación de AIB podría necesitar mayor tiempo de evaluación para formar raíces.

Ensayo II: El siguiente ensayo considero siete tratamientos (Tabla 6.21), utilizando concentraciones menores en comparación con el Ensayo I. El material vegetal fue obtenido de dos condiciones de sitio contrastantes que coinciden con las áreas de estudio del proyecto. El horizonte de evaluación consideró 30 días.

Tabla 6.21. Tratamientos evaluados para el ensayo de reproducción vegetativa en *N. antarctica*, Coyhaique, Chile.

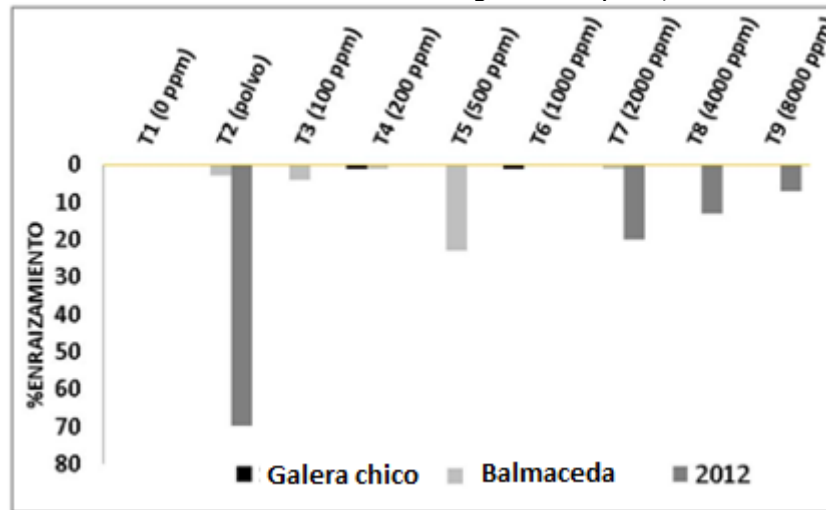
Tratamientos	Concentración [ppm] de AIB (N=60)						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	0	2.000 _{polvo}	100	200	500	1.000	2.000 _{liquido}

Los concentraciones evaluadas parten desde 0 ppm (testigo) hasta 2.000 ppm en formulación líquida, a excepción de T2 (2.000 ppm) que fue una formulación en polvo. La evaluación de los tratamientos presentó 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 la condición de mallín. En la condición seca (transición de estepa) la máxima respuesta ocurrió con el tratamiento T7 (2000 ppm) presentando 18% de enraizamiento. El tratamiento testigo (T0) para no presentó respuesta ambos sitios. Se representa en el Gráfico el tratamiento T1 del ensayo I, con el fin de visualizar la respuesta dispar y favorable del primer ensayo.

Gráfico 6.15. Porcentaje de enraizamiento de estacas de *N. antarctica* en dos condiciones de sitio de la Región de Aysén, Chile.



Ensayo III: En este nuevo ensayo se evaluaron distintas concentraciones de AIB sobre las estacas de *N. antarctica*, se agregó al análisis la variable "tiempo", de este modo las estacas fueron evaluadas a 15, 30, 45, 60 y 90 días respectivamente, a diferencia de los ensayos anteriores que solamente fueron evaluadas en un horizonte de 30 días.



Los resultados para el ensayo procedente del sitio Galera Chico y Balmaceda se muestran en la Tabla 6.22 y 6.23 respectivamente.

Tabla 6.22. Resultados de la aplicación de los diferentes tratamientos con AIB en estacas de ñirre del sitio Galera Chico. La aparición de raíces y callos se expresa en porcentaje (se realizaron 5 mediciones cada 15 días).

GALERA CHICO		Tiempo de Evaluación					Total (%)
		15 días	30 días	45 días	60 días	90 días	
Estacas con raíces (%)							
TRATAMIENTOS	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 (%)							
TRATAMIENTOS	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
Estacas sin efecto (%)							
TRATAMIENTOS	T1 (control)	100	100	73	93	100	93
	T2 (polvo)	100	100	52	60	80	79
	T3 (100 ppm)	100	100	93	73	93	93
	T4 (200 ppm)	100	100	80	86	100	94
	T5 (500 ppm)	100	100	100	93	100	99
	T6 (1.000 ppm)	100	100	100	100	93	98
	T7 (2.000 ppm)	100	100	100	100	100	100

Si bien el AIB es una de las hormonas vegetales más ampliamente utilizadas para estimular la formación de raíces en el cultivo de tejidos vegetales (micropropagación) sus efectos directos a distintas concentraciones (tratamientos) no tuvieron un efecto importante sobre las estacas de *N. antarctica*, observando 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). Sin embargo, es importante considerar que el 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.

La formación de callos es una etapa intermedia en la aparición de raíces, ya que mediante la aplicación de otras auxinas se puede estimular a estas



células a la producción radicular, siendo una forma más factible pero que tarda un tiempo mayor. 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. No se observó un aumento en la aparición de callos a medida que se aumentaron las concentraciones de AIB, pero se pudo observar una respuesta favorable entre las concentraciones de 100 a 1.000 ppm (la mejor respuesta fue de un 7%, correspondiente a los 100 ppm).

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.

Tabla 6.23. Resultados de la aplicación de los diferentes tratamientos con AIB en estacas de ñirre del sitio Balmaceda. La aparición de raíces y callos se expresa en porcentaje (se realizaron 5 mediciones cada 15 días).

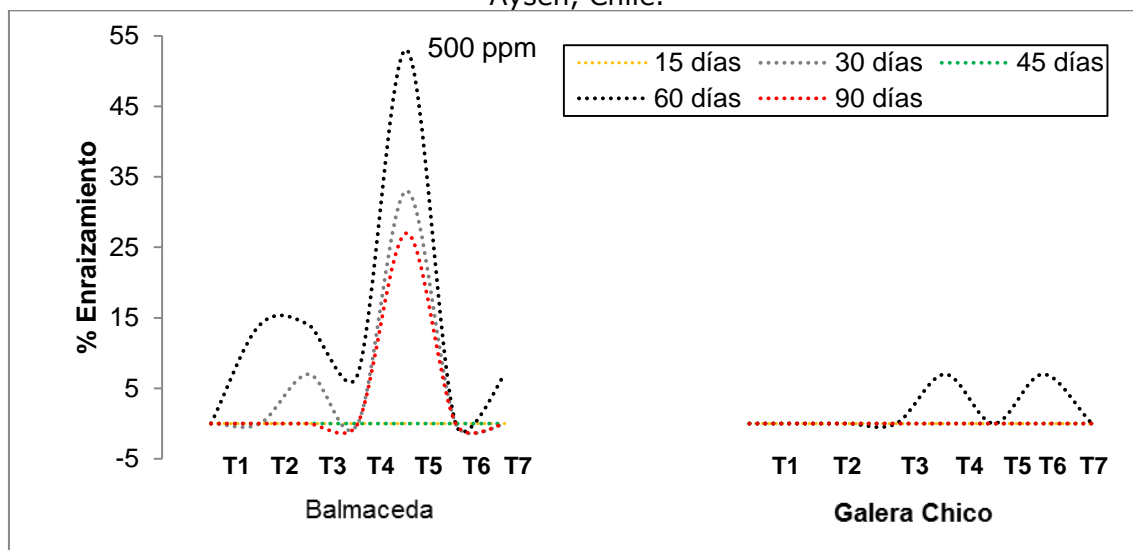
BALMACEDA		Tiempo de Evaluación					Total (%)
		15 días	30 días	45 días	60 días	90 días	
Estacas con raíces (%)							
TRATAMIENTO OS	T1 (control)	0	0	0	0	0	0
	T2 (polvo)	0	0	0	14	0	3
	T3 (100 ppm)	0	7	0	14	0	4
	T4 (200 ppm)	0	0	0	7	0	1
	T5 (500 ppm)	0	33	0	53	27	23
	T6 (1.000 ppm)	0	0	0	0	0	0
	T7 (2.000 ppm)	0	0	0	7	0	1
Estacas con callos (%)							
TRATAMIENTO OS	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
Estacas sin efecto (%)							
TRATAMIENTO OS	T1 (control)	100	100	100	100	100	100
	T2 (polvo)	100	60	100	72	100	86
	T3 (100 ppm)	100	79	100	79	100	92
	T4 (200 ppm)	100	93	100	60	93	90
	T5 (500 ppm)	100	77	100	14	66	69
	T6 (1.000 ppm)	100	100	100	86	93	96
	T7 (2.000 ppm)	100	93	100	40	86	84

La aparición de raíces o callos en el grupo de control es nula en todos los tiempos en los que se evaluó el ensayo de enraizamiento con AIB. En relación a la aparición de raíces el tratamiento con la formulación en polvo permite un crecimiento radicular de un 3% a lo largo de todo el ensayo, hecho que no se aprecia con el mismo tratamiento en las estacas que provienen del sitio Galera Chico. Se observó un gran incremento en la aparición de raíces para el material vegetal proveniente del sitio Balmaceda,



hecho de gran importancia ya que 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).

Gráfico 6.16. Porcentaje de enraizamiento de estacas de *N. antarctica* en diferentes tiempos de evaluación bajo dos condiciones de sitio de la Región de Aysén, Chile.



En relación a la aparición de callos la mayor respuesta se generó 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 control).

Ensayo IV: El cuarto ensayo se realizó en el mes de octubre de 2016, para ello se colectó material vegetal desde ambos sitios de estudio. Los tratamientos evaluados

Tabla 6.24. Tratamientos evaluados para el ensayo de reproducción vegetativa en *N. antarctica*, Coyhaique, Chile.

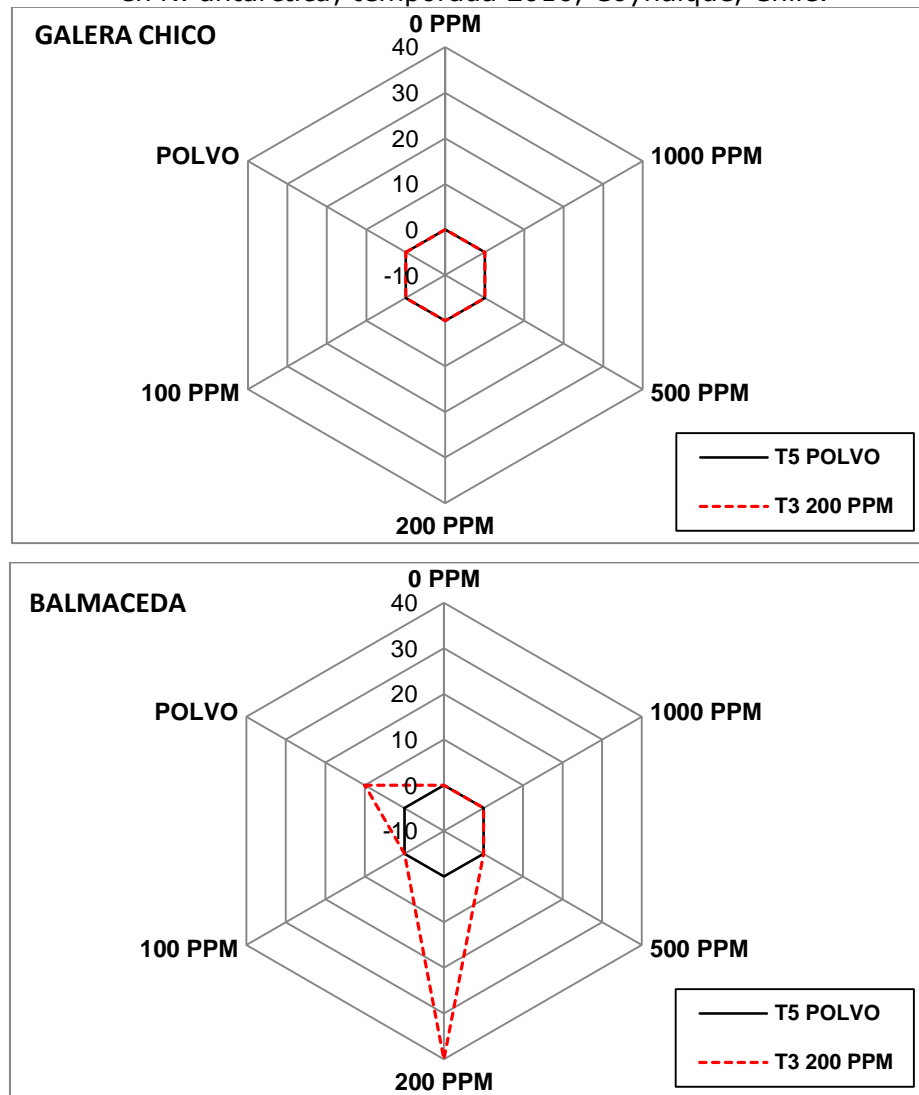
Tratamientos	Concentración [ppm] de AIB (N=60)					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
	0	1.000	500	200	100	polvo

El ensayo de propagación evaluó la formación de raíces a los 30 y 60 días, para ello se evaluó una muestra de 10 esquejes de cada tratamiento en ambos tiempos de evaluación. En el sitio en condición seca o Galera Chico los tratamientos no provocaron resultados positivos en los esquejes para ambas fechas de evaluación. Por otro lado, en el sitio Balmaceda (condición de mallín) 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. La evaluación de 30 días no presentó respuesta positiva.

Gráfico 6.17. Tratamientos evaluados para el ensayo de reproducción vegetativa en *N. antarctica*, temporada 2016, Coyhaique, Chile.



6.3.3 Regeneración natural

La evaluación regeneración natural existente en cada condición de sitio fue evaluada considerando presencia y ausencia de ganado. Se realizaron mediciones al interior de las unidades demostrativas implementadas.

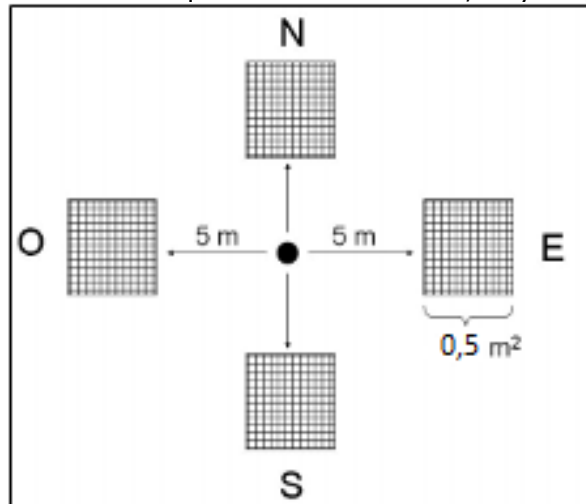
Evaluación de regeneración natural en unidades demostrativas

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 evaluar en cada tratamiento (testigo forestal, silvopastoreo) de ambos sitios (mallín, seco) fue de 48 parcelas lo que representa un total 24 m² de evaluación.

Figura 6.4. Parcelas permanentes (1m², forma cuadrada) de evaluación de la regeneración natural en bosques de *N. antarctica*, Coyhaique, Chile.



La evaluación de la incorporación de plántulas de ñirre bajo uso silvopastoral y bosque sin manejo en cada sitio de muestreo, se llevó a cabo al momento de establecimiento de las plántulas en el mes de diciembre y 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 (tránsito de ganado bovino).

Tabla 6.25. Regeneración natural de *Nothofagus antarctica* (ñirre), en bosques con cobertura completa y bosque silvopastoral en la etapa de Establecimiento (E) y Supervivencia (%S).

Temporada	N° parcelas	Balmaceda				Galera Chico			
		Testigo Forestal		Silvopastoral		Testigo Forestal		Silvopastoral	
		E (Dic)	%S (Abr)	E (Dic)	%S (Abr)	E (Dic)	%S (Abr)	E (Dic)	%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 (plántulas/ha) (evaluación en el mes de diciembre).

%S= porcentaje de supervivencia (evaluación en el mes de abril).

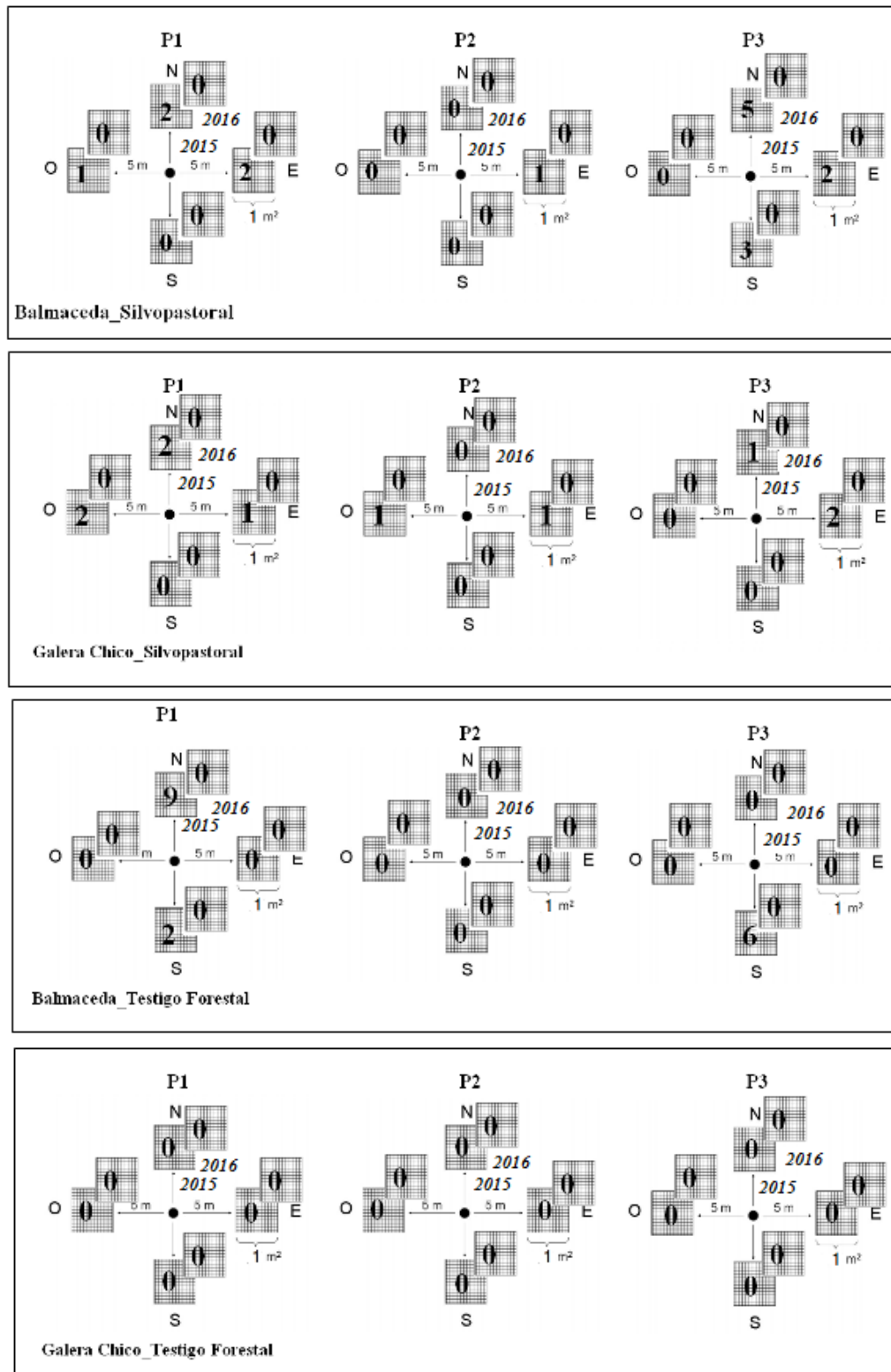


En el análisis de la regeneración natural la Tabla 6.25 se observa que el tratamiento *Testigo Forestal* del sitio Balmaceda se encontró un total de 28.333 plántulas por hectárea, mientras que en la condición seca del sitio Galera Chico no existe regeneración natural. Mientras que en los tratamientos Silvopastoral del sitio de Balmaceda y Galera Chico se encontraron 23.333 y 11.667 plantas por hectárea respectivamente. Si consideramos que esta temporada fue la más seca de los últimos 50 años en la región, la respuesta de la regeneración respondió directamente al sitio, proporcionando una mayor cantidad de plántulas instaladas en el sitio más húmedo, mientras que la situación seca ocurrió menor número de plántulas. La cuantificación de cada parcela es posible observarla en la Figura 6.6.

Figura 6.5. Regeneración natural en bosques de ñirre con pastoreo integrado, sitio Balmaceda.



Figura 6.6. Cuantificación de regeneración natural de ñirre al interior de parcelas permanentes (PP). Cada parcela esta distanciada del eje central por 5 m, la superficie de cada sub-parcela es de 0,5 m² y el total de superficie evaluada por PP es de 2 m².



6.3.4 Regeneración agámica

Protección individual de tocones una estrategia para la continuidad del bosque de ñirre.

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. Hoy en día es posible observar la convivencia entre ganado y el bosque nativo como una actividad arraigada en la región que puede poner en peligro la regeneración de algunos tipos de bosques, ya que carece de criterios técnicos que den sustentabilidad al ecosistema.

Toda acción de corta de bosque nativo, cualquiera sea el tipo de terreno en que éste se encuentre, deberá hacerse previo plan de manejo aprobado por la Corporación Nacional Forestal. Este instrumento de planificación está orientado en ordenar las intervenciones silvícolas de forma sostenible en el tiempo, con el fin de que el bosque otorgue recursos económicos a los propietarios, que a la vez deben velar por el cuidado del medio ambiente y su biodiversidad. Desde el punto de vista ambiental uno de los objetivos principales del Manejo Silvopastoral Sostenible (MSS) en bosques de ñirre, es mantener la continuidad del bosque y de la provisión de bienes y servicios que este provee. Este objetivo es primordial y no transable si queremos implementar sistemas silvopastorales en este tipo de bosques. Lamentablemente asegurar una cohorte únicamente a través de la regeneración natural, no es posible. Por ello, es indispensable implementar nuevas estrategias silviculturales de fácil aplicación, alta efectividad y bajo costo, que aseguren la permanencia del bosque de ñirre y permitan su aprovechamiento y conservación.

Protección individual de tocón.

Se proponen tres tipos de protectores individuales para la protección de tocones; el primero denominado *protector tradicional*, que posibilita aislar herbivoría de bovinos y utiliza como material dos tipos de alambre (liso y púas). El segundo es denominado *protector de malla*, que posibilita aislar herbivoría de bovinos, ovinos, caprinos y lagomorfos, el material principal es malla gallinera. Finalmente el tercer protector es denominado *protector de residuos del raleo* y como su nombre lo indica es construido con ramas y varas derivados del raleo.



Construcción de protectores individuales

I. Materiales

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

a) 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 ml. aceite mezcla, lima, combo, martillo y alicate.



b) 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 (1 jornada= 8 h.).
- ❖ Herramientas: motosierra, 2 l. de bencina, 1 l. de aceite, 0,05 ml. aceite mezcla, lima, combo, martillo y alicate.



c) 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, 0,075 ml. aceite mezcla, lima, combo, martillo y alicate.



II. Costos

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

a) Protector tradicional

Material o actividad	Unidad de medida	Cantidad (unidad)	Valor unitario (\$ und ⁻¹)	costo protector (\$)	cantidad (und ha ⁻¹)	costo por ha (\$ ha ⁻¹)	
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				\$ / Prot.	9.020	\$ / ha	45.100
				UTM/ Prot.	0,19	UTM/ ha	0,97

b) Protector malla

Material o actividad	Unidad de medida	Cantidad (unidad)	Valor unitario (\$ und ⁻¹)	costo protector (\$)	cantidad (und ha ⁻¹)	costo por ha (\$ ha ⁻¹)	
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. galv.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				\$ / Prot.	14.167	\$ / ha	70.835
				UTM/ Prot.	0,31	UTM/ ha	1,53

c) Protector de residuos de raleo

Material o actividad	Unidad de medida	Cantidad (unidad)	Valor unitario (\$ und ⁻¹)	costo x protector (\$)	cantidad (und ha ⁻¹)	costo por ha (\$ ha ⁻¹)	
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 de 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 completa	jornadas	0,16	25.000	4.000	0,8	20.000	
COSTO TOTAL				\$ / Prot.	8.420	\$ / ha	42.100
				UTM/ Prot.	0,18	UTM/ ha	0,91



III. Construcción de protectores individuales "De lo teórico a lo práctico"

La construcción sugiere los siguientes pasos teóricos y prácticos generales:

1

Una vez que las estacas tomen firmeza, se corta un segmento de alambre puas de 1 m para dar firmeza a la sección superior de las estacas.

2

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

3

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 puas en la parte superior y una de alambre liso en la parte inferior para evitar el ingreso de liebres.

4

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.

5

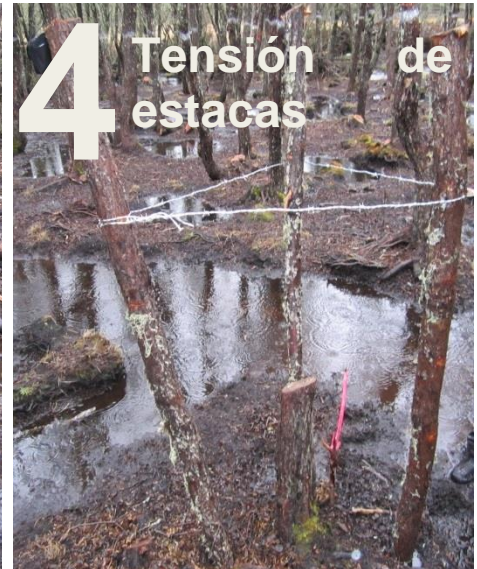
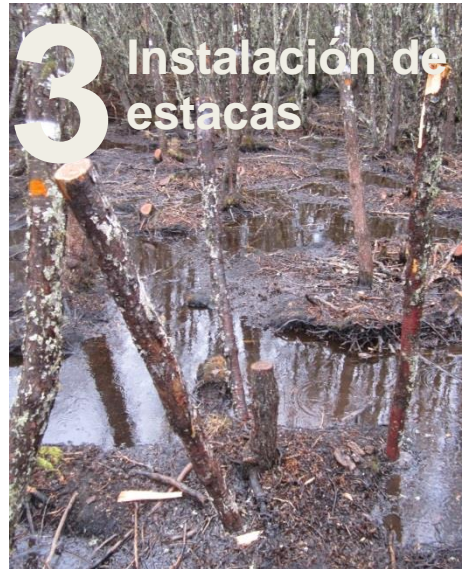
Una vez seleccionadas las estacas de mayor rectitud, se procede a cortarlas con motosierra hasta un largo de 3 m.

6

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).



Pasos prácticos de inicio a fin



El ñirre presenta alta capacidad de reproducirse vegetativamente, esta característica de adaptación le ha permitido soportar diferentes tipos de disturbios. Las formas de reproducción es por raíz, tocón y esqueje, gracias a estas características la silvicultura de monte bajo debe considerarse relevante para asegurar el estrato arbóreo en sistemas mixtos silvopastorales.

Figura 6.7. Raleo de monte bajo de *Nothofagus antarctica* y regeneración agámica de tocones, Coyhaique, Chile.



En este contexto se realizó un estudio para evaluar la estrategia de protección individual de tocones de ñirre con estructuras construidas del desecho del raleo.

En cada condición de sitio del ñirantal se protegieron 18 tocones utilizando dos tipos de tratamientos de protector individual; el primero denominado *protector de malla* construido con malla gallinera y alambre logrando aislar ganado bovino, ovino y liebre, el segundo tratamiento corresponde al protector tradicional construido solo con alambre liso y alambre púas logrando aislar ataque de ganado bovino y ovino y el tercer tratamiento corresponde al testigo sin protector.

Tabla 6.26. Diferentes tipos de protector individual de tocón evaluados en dos condiciones de bosques de ñirre, comuna Coyhaique, Chile.

Código	Nombre tratamiento	Número muestras
P1	Protector malla	9
P2	Protector tradicional	9
P3	Testigo sin protector	9

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.



Según los resultados presentados en Salinas, 2015 y expuestos en los cuadros 2 y 3, donde se muestra la información de la primera y segunda temporada de medición correspondiente a los años 2015 y 2016 respectivamente.

Tabla 6.27. Evaluación de los parámetros de tocón y porcentaje de ramoneo de brotes de ñirre, en base a dos tipos de protectores individuales, en un ñirantal en condición seco.

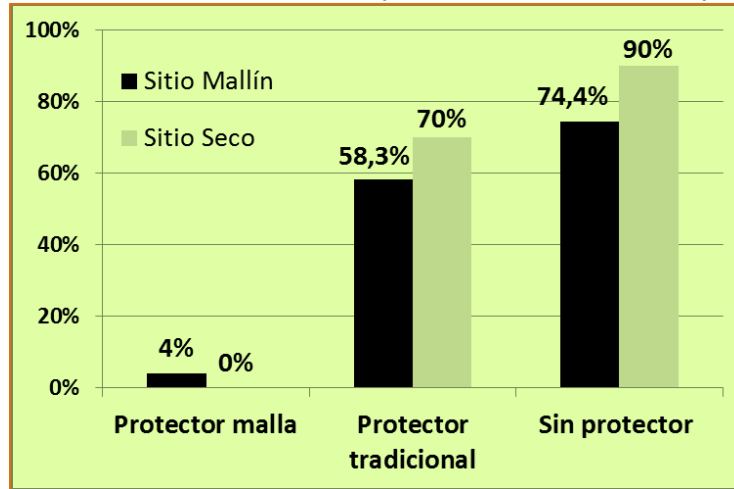
Tratamientos	Dat (cm)	2015			2016			2017			R (%)
		Htoc (cm)	Nb (und)	Lb (cm)	Htoc (cm)	Nb (und)	Lb (cm)	Htoc (cm)	Nb (und)	Lb (cm)	
P1	14,2	40,9	57,9	17,2	80,9	9,1	47,6	77,4	-	56,0	0
P2	16,2	44,3	70,6	10,3	50,9	8,5	18,6	51,0	-	20,5	70
P3	14,9	42,3	61,0	10,1	44,6	9,1	9,11	41,3	-	20,3	90

P1= Protector malla (aislando presión de bovino, ovino y liebre), P2= Protector alambre (aislando presión de bovino, ovino), P3= Sin protector (libre a ramoneo). Dat= diámetro altura tocón, Htoc= altura tocón, Nb= número de brotes, Lb= largo de brotes, R= porcentaje de ramoneo.

En el ñirantal de la condición seca (Tabla 6.27) se observa un incremento en el crecimiento de todos los tratamientos evaluados. En el tratamiento P1 de este sitio se observó el mayor incremento en altura con 40 cm de crecimiento anual, seguido de P2 y P3 con incrementos anuales de 19,7 y 16,4 cm año⁻¹ en promedio respectivamente. El mismo efecto se produjo en el sitio de mallín (Tabla 6.28) donde el tratamiento P1 presentó mayor crecimiento que los otros tratamientos al aumentar en 27,4 cm año⁻¹ de una temporada a otra. El largo de brotes (Lb) es un parámetro que se relaciona en forma directa con el crecimiento del tocón, en los tratamientos P1 y P2 (con protectores) de sitio seco se observó un incremento con respecto a la temporada anterior, sin embargo, el tratamiento P3 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 (Tabla 6.27) fueron de 30,2 y 8,3 cm para los tratamientos P1 y P2 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 P3 (testigo sin protector) en ambos sitios, registrando un %R de un 90% para el sitio seco y un 74% para el sitio de mallín.



Gráfico 6.18. Porcentaje de ramoneo en brotes de *Nothofagus antarctica*, sometidos a diferentes tratamiento de protección de tocón, Coyhaique, Chile.



La aplicación de protectores individuales redujo el porcentaje de ramoneo causado por fauna doméstica y/o naturalizada. El tratamiento P2 presentó un 70% y 58% de ramoneo para los sitios seco y mallín respectivamente y finalmente el mejor resultado el protector en malla (P1) que presentó señales muy bajas de ramoneo con un 0% y 4% para los sitios seco y mallín. Cabe mencionar que en este estudio no fue posible discriminar detalladamente el porcentaje de ramoneo realizado por ganado vacuno y por liebre, sin embargo, se detectó que ambos provocan daño en los brotes de ñirre.

Figura 6.8. Brotes de ñirre ramoneados por ganado doméstico (vacuno), Coyhaique, Chile.



Tabla 6.28. Evaluación de los parámetros de tocón y porcentaje de ramoneo de brotes de ñirre, en base a dos tipos de protectores individuales, en un ñirantal en condición de mallín.

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)	
P1	11,9	41,2	67,7	32,2	68,6	6,6	38,1	80,7	-	34,5	4
P2	13,6	41,8	52,7	12,7	44,6	7,9	13,4	47,9	-	9,4	58
P3	13,0	43,8	55,4	4,9	45,8	9,2	10,1	49,1	-	12,3	74

P1= Protector malla (aislando presión de bovino, ovino y liebre), P2= Protector alambre (aislando presión de bovino, ovino), P3= Sin protector (libre a ramoneo). Dat= diámetro altura tocón, Htoc= altura tocón, Nb= número de brotes, Lb= largo de brotes, R= porcentaje de ramoneo.

Figura 6.9. Tratamiento de protección individual aplicados a tocones de ñirre. Instalación de protectores agosto 2014 (superior), temporada previa a evaluación marzo 2015 (inferior).



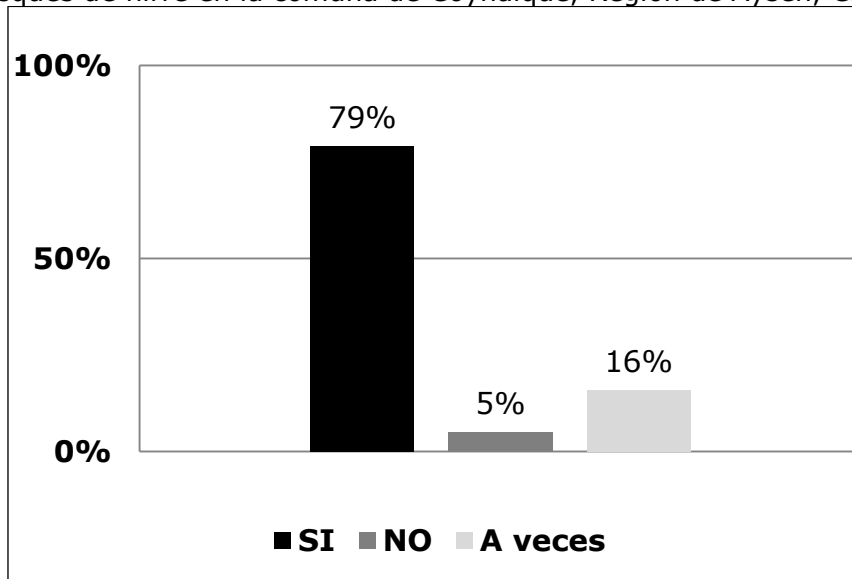
6.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS PROPIETARIOS DE BOSQUE DE ÑIRRE

Con el objetivo de caracterizar los productores que cuentan dentro de su propiedad con formaciones boscosas de ñirre y que a la vez integran ganadería dentro de sus bosques, se diseñó y aplicó una encuesta semiestructurada (Anexo N° 1) a productores de la comuna de Coyhaique. Este trabajo permitió tener un primer acercamiento para conocer la realidad social y productiva de los propietarios forestales, así como el manejo forestal o silvopastoral que realiza dentro del ñirantal.

6.4.1 Antecedentes generales de los propietarios

La residencia permanente de los productores en sus predios es de suma importancia, debido a que el control, supervisión y mantención continua de cada actividad que se realiza debe ser constante. Con ello, se asegura que no exista una subutilización de los recursos por parte de terceros o el mismo ganado que no es manejado de la forma adecuada.

Gráfico 6.19. Lugar de residencia de productores entrevistados, asociados a bosques de ñirre en la comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.

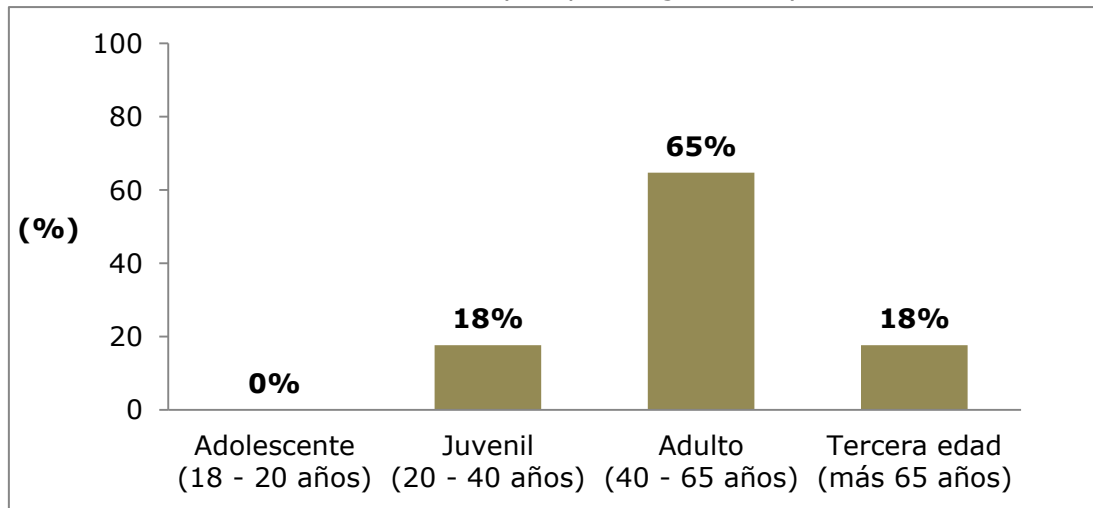


Según la entrevista con los productores un 79% del total vive de forma permanente en el campo (Gráfico 6.19). Este alto porcentaje es favorable para la mantención y manejo adecuado del ñirantal y de los predios que tienen mayor proporción de sufrir disturbios. Un bajo porcentaje de los productores no reside en el predio, más bien lo hace en la ciudad de Coyhaique, visitando el predio generalmente el fin de semana. Por otro lado, un 16% vive temporalmente en el predio haciéndose presente de forma permanente en épocas críticas (parición, faena de leña, marcación de animales entre otras).



Existe una mayor proporción de productores que se encuentran entre los rangos de edades de 40 a 65 años considerados adultos, estos alcanzan un 65% del total entrevistado.

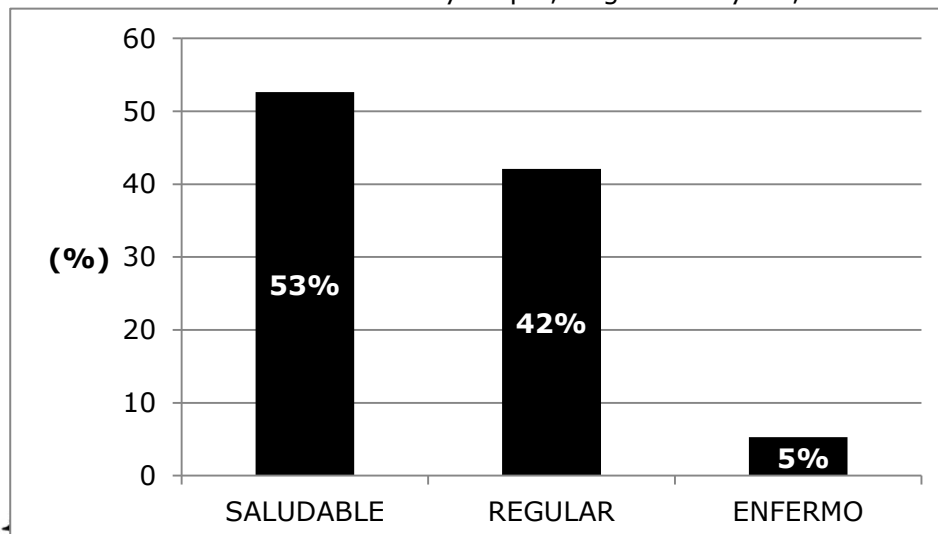
Gráfico 6.20. Rango etario de productores entrevistados asociados a bosques de ñirre en la comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.



El Gráfico 6.20 muestra que un 18% de los entrevistados comparten los estratos juvenil y tercera edad, considerándose un bajo porcentaje para este último estrato (más 65 años) bajo la actual situación de migración campo-ciudad. Preocupante también es la inexistencia de adolescentes en el campo.

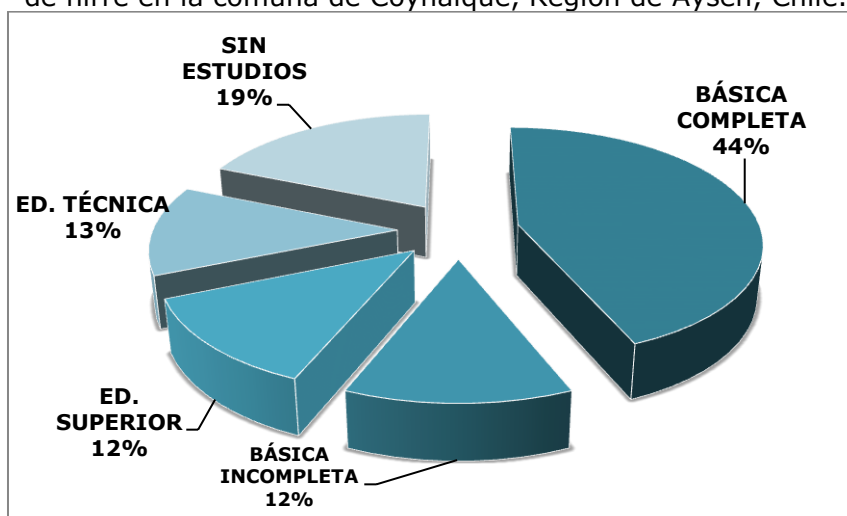
Otro factor relevante para la permanencia de las actividades ligadas al ñirantal en el tiempo, es la condición de salud de los propietarios, ya que esta orienta el trabajo continuo y la sustentabilidad de los recursos que en manos de terceros muchas veces no prosperan, por un concepto de pertenecía de los recursos.

Gráfico 6.21. Estado de salud de productores entrevistados asociados a bosques de ñirre en la comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.



En este sentido, los productores en su mayoría presentaron factores de salud favorables con un 53% y un 42% regular, este último parámetro correspondió a una condición desfavorable de salud pero que no le impide el normal funcionamiento de sus labores. Por último un 5% manifestó estar con complicaciones serias de salud, por lo cual las labores del campo las dejan en manos de terceros.

Gráfico 6.22. Nivel educacional de productores entrevistados asociados a bosques de ñirre en la comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.



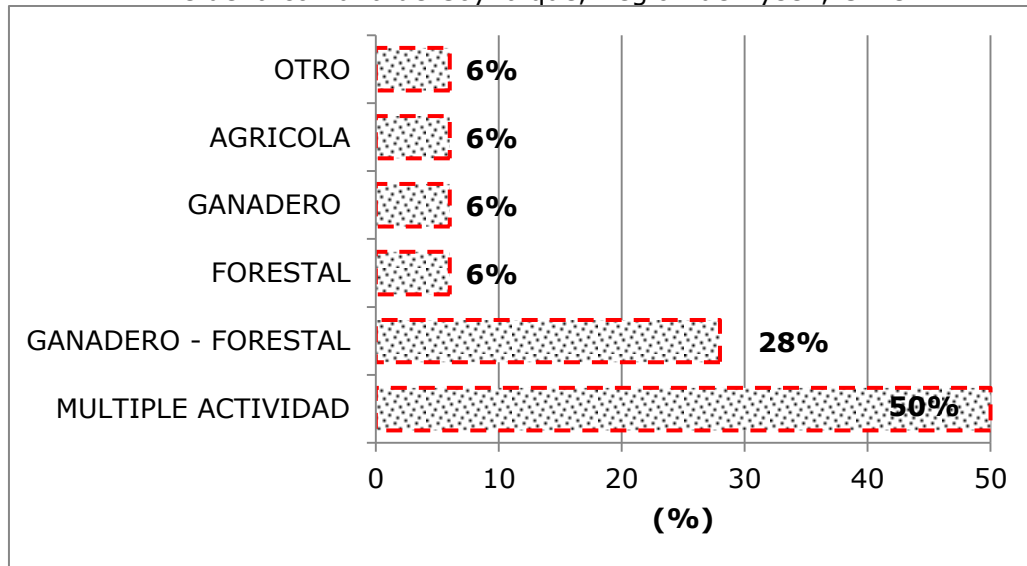
La formación educacional de los productores asociados a bosques de ñirre en su mayoría (44%) poseen educación básica completa, solo un 19% manifiesta no poseer estudios formales y un 15% poseen algún grado de educación superior. A este grupo (69%) que posee estudios es relevante realizar transferencia tecnológica, ya que adoptarían y aplicarían con mayor facilidad el conocimiento entregado.

6.4.2 Antecedentes sobre el manejo predial

Los productores a nivel regional realizan múltiples funciones productivas en sus predios, de ellas derivan sus ingresos en diferentes proporciones. La encuesta reflejó que el 50% de los entrevistados realizan múltiples actividades productivas en su predio, es decir, más de tres actividades productivas. En segundo lugar se ubica la actividad ganadero-forestal (silvopastoral) con un 28% de participación. En menor medida con un 6% se encuentran las actividades tradicionales.

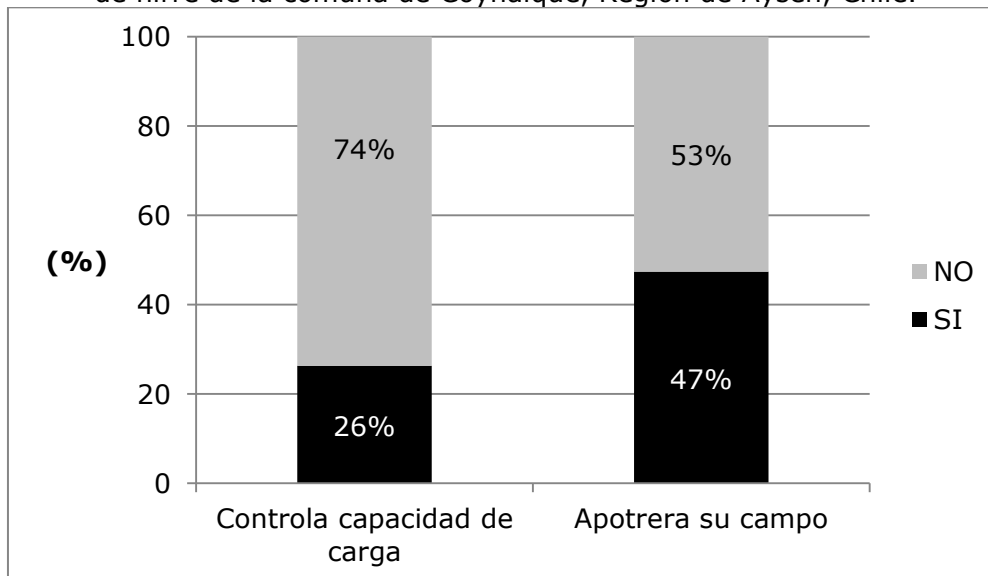


Gráfico 6.23. Actividad(es) productiva(s) de productores asociados a bosques de ñirre de la comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.



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" e "invernadas". Los primeros corresponden a predios ubicados a mayor altitud y se caracterizan por la presencia de bosques principalmente lenga, en estos sitios son relegados los ganados 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.

Gráfico 6.24. Caracterización del manejo ganadero en predios asociados a bosques de ñirre de la comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.

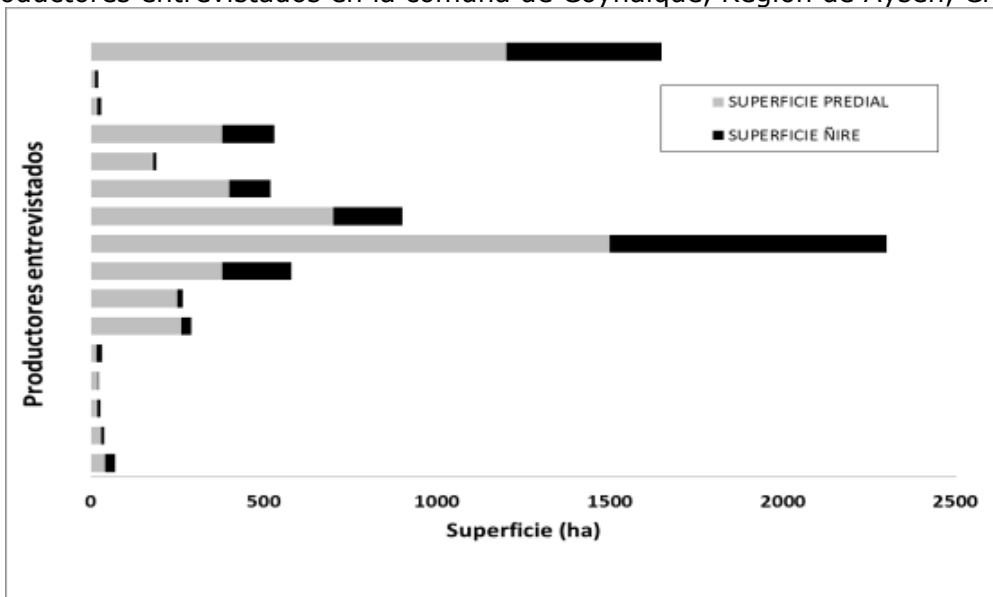


Un 74% de los productores manifiestan un control de la capacidad a través de apotrerramiento de sus predios, sin embargo, desconocen el real concepto



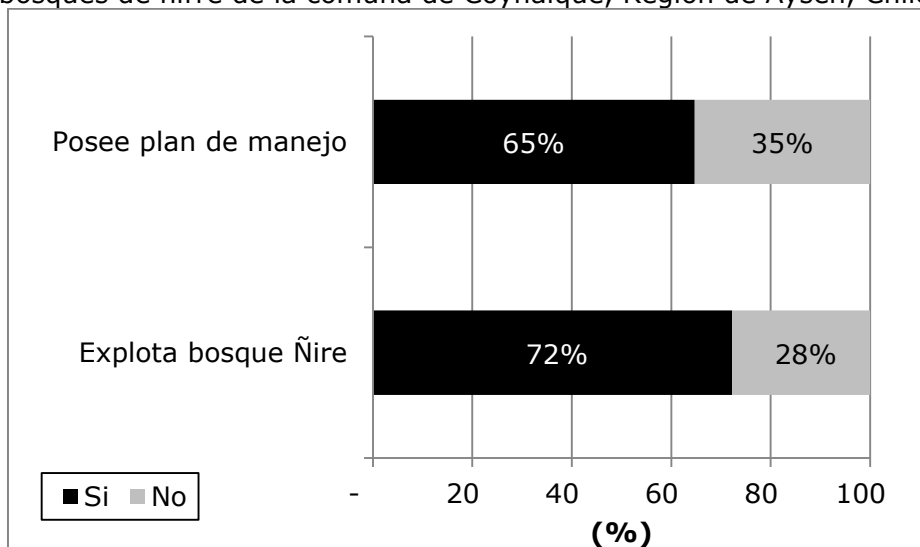
de manejo de carga animal de un sitio, que responde a análisis de la cantidad y calidad de materia seca de un terreno. Por otro lado, solo el 53% de los entrevistados apotreran sus campos para un manejo ganadero rotativo.

Gráfico 6.25. Proporción de bosque nativo en relación al bosque de ñirre de productores entrevistados en la comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.



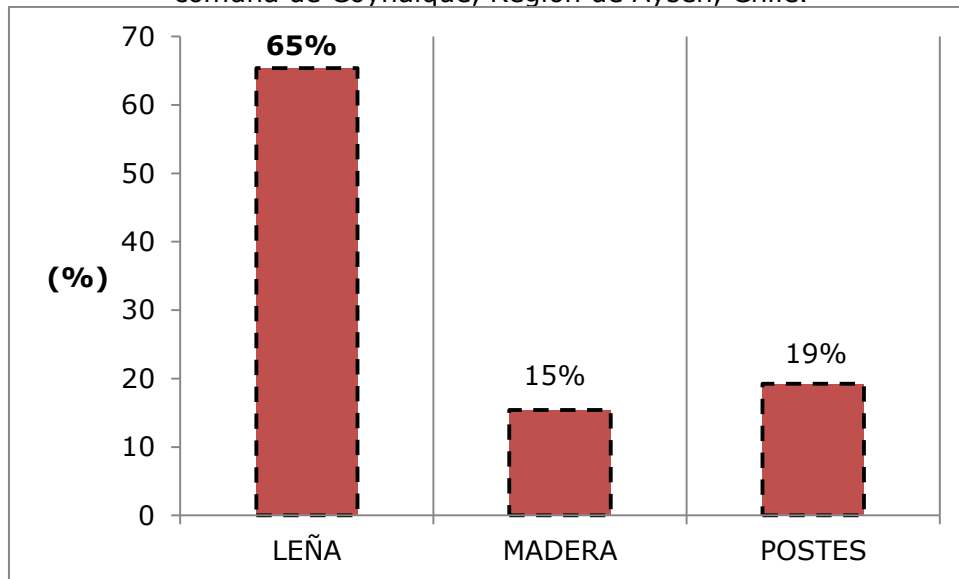
En el Gráfico 6.25 se presenta la superficie de bosque nativo que posee cada productor entrevistado y se distingue la proporción que corresponde a bosques de ñirre. En este análisis se demuestra que aproximadamente un 40% de la superficie de bosque nativo corresponde a ñirre.

Gráfico 6.26. Caracterización de la explotación forestal en predios asociados a bosques de ñirre de la comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.



De esta superficie de bosque antes mencionada un 72% de los entrevistados explota su bosque, sin embargo, solo un 65% de ellos posee plan de manejo forestal. Del manejo de los ñirrales se obtienen distintos productos tales como leña, postes y madera con un 65%, 19% y 15% de importancia respectivamente.

Gráfico 6.27. Productos obtenidos de la explotación forestal del bosque de ñirre, comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.



6.5 ELECCIÓN DE SITIOS PARA USO SILVOPASTORAL EN BOSQUES DE *NOTHOFAGUS ANTARCTICA* (ÑIRRE).

La distribución natural de los bosques de ñirre ha convivido permanentemente con la ganadería. Esta práctica está arraigada entre los propietarios de la región, sin embargo, es necesario buscar técnicas para compatibilizar el uso ganadero sin poner en riesgo a la permanencia del bosque y la provisión de bienes y servicios que estos entregan a la sociedad. Conociendo esta problemática el Instituto Forestal está desarrollando un proyecto de investigación financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN) administrado por CONAF que busca *definir pautas de manejo silvícola para bosques de ñirre, que viabilicen la producción silvopastoral sustentable en bosques pertenecientes a pequeños productores forestales de la Región de Aysén.*

Una de los ejes del proyecto es determinar la línea base y *superficie potencial sustentable (SPS)* para uso silvopastoral en bosques de ñirre, este término comprende las áreas cubiertas por bosques de ñirre, que cumplan ciertas restricciones, especialmente porcentaje de pendiente del terreno y 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 otros. El equipo técnico del proyecto determinará con mayor precisión las restricciones y parámetros técnicos a utilizar, además se complementará con una consulta de expertos. Con esta información consolidada se generará una cartografía temática con las áreas susceptibles para uso silvopastoral. Esta cartografía solo es de carácter teórica e indicativa y será confeccionada en base a la información disponible.

La información disponible para realizar este análisis es la siguiente:

- Material de Sensores Remotos. Imágenes ASTER 2010-2013 (Imágenes con resolución espacial 15 metros), Imágenes LANDSAT ETM+ 2013-2011, 2008, 2003, 2001 LANDSAT TM5 1986, 2001 (Imágenes con resolución espacial de 30m).
- Bases de Datos. Bases de Datos Catastro CONAF-CONAMA (1997), Bases de Datos Actualización de Bosque nativo (INFOR 1992), Bases de Datos Inventario Continuo de Bosque Nativo XI Región (INFOR, 2007). Base datos actualización del Catastro Región de Aysén (CONAF, 2011).
- Antecedentes Cartográficos. Cartografía del Catastro CONAF-CONAMA (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).

La siguiente consulta a profesionales y expertos del ámbito silvoagropecuario, busca generar conocimiento desde la experiencia empírica de personas que trabajan directamente relacionados con los componentes forestal y agropecuario.

El objetivo es conocer la opinión de expertos y profesionales ligados al sector silvoagropecuario, con respecto a los sitios adecuados para un uso silvopastoral sustentable en bosques de ñirre de la Región de Aysén.

Para el rescate de la información se generó previamente un listado de personas relacionadas con los sistemas silvopastorales en Chile y el extranjero clasificados en dos segmentos; el primero *expertos* y el siguiente segmento de *profesionales*. El listado de expertos correspondió principalmente a investigadores de Institutos de Investigación, Universidades y Centros Tecnológicos reconocidos en Chile y Argentina. Por otro lado, se recogió la opinión de profesionales de los servicios públicos INDAP, SAG, INIA, CONAF e INFOR instituciones ligadas al ministerio de agricultura y profesionales privados dedicados a actividades de investigación, extensionismo, consultorías y prestación de servicios.



Tabla 6.29. Profesionales y expertos consultados en relación a su institución patrocinante.

Instituciones	Expertos	Profesionales	Total	Personas que Responden (%)
UMAG	1	0	1	100%
UACH	1	0	1	0%
INTA	5	0	5	80%
CONICET	1	0	1	100%
INFOR	4	9	13	38%
INIA	1	1	2	0%
CONAF	0	22	22	23%
INDAP	0	5	5	60%
SAG	1	1	2	50%
PRIVADO	2	25	27	41%
Total	16	63	79	

UMAG= Universidad de Magallanes. UACH= Universidad Austral de Chile. INTA= Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina). CONICET= Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina). INFOR= Instituto Forestal. INIA= Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. CONAF= Corporación Nacional Forestal. INDAP= Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario. SAG= Servicio Agrícola y Ganadero. PRIVADO= Corresponden a profesionales y expertos dedicados a actividades de investigación, extensionismo, consultorías y prestación de servicios.

Una vez definido el listado final de entrevistados correspondiente a 79 personas (Tabla 6.29) de diferentes instituciones, se realizó una consulta abierta vía correo electrónico la cual debería ser contestada con la alternativa **“SI” si está de acuerdo o “NO” si está en desacuerdo referente a pregunta; ¿En qué lugar cree usted que es posible realizar silvopastoreo?, la consulta anterior está relacionada específicamente sobre los bosques de Ñirre.**

Para responder a esta consulta se diseñó una encuesta (Anexo N°2) con una serie de criterios correspondientes a; tenencia de la tierra, pendiente o inclinación del terreno, tipo de condición edáfica, tipo de 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.

Una vez terminada la etapa de recolección de información, las encuestas fueron ordenadas e ingresadas a una base de datos digital. Se procedió a analizar las encuestas 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

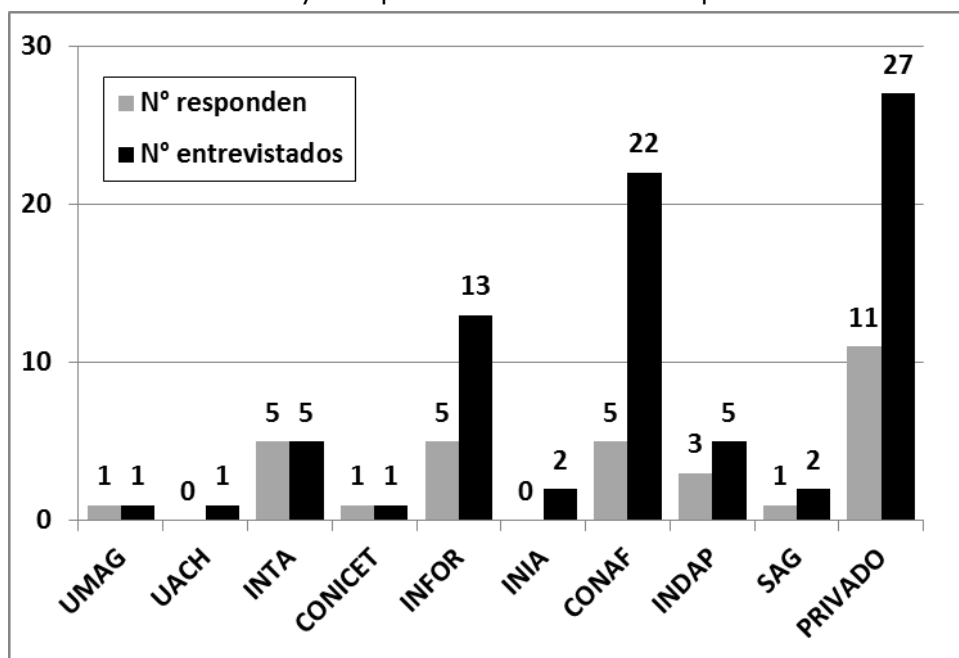


integral de clasificación de estas, de manera que aporten en el desarrollo de preguntas cerradas.

6.5.1 Resultados sobre antecedentes generales de los entrevistados

La conformación del grupo de entrevistados constituyó un lento proceso de selección, debido a la reducida disponibilidad de equipos que trabajan directamente con la especie en cuestión. El total de entrevistados fue de 79 personas, de las cuales el 90% correspondió profesionales de Chile, un 8% de Argentina y un 1% de España. En relación a la distribución de género la proporción es de 18% de participación femenina y 82% de participación masculina.

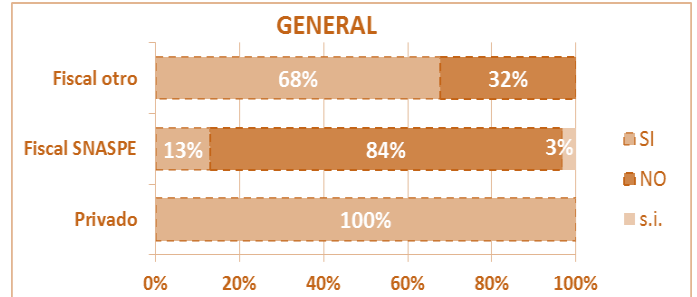
Gráfico 6.28. Número de entrevistados en relación a la institución patrocinante y la participación. En esta imagen se muestra la relación entre el número total de personas entrevistadas y los que verdaderamente respondieron la encuesta.



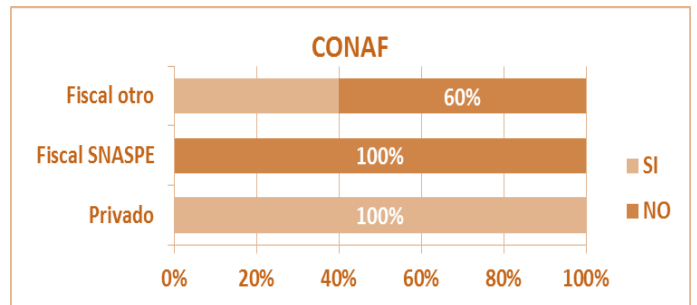
A continuación se presentan los comentarios expuestos por los entrevistados.

-Tenencia de la tierra

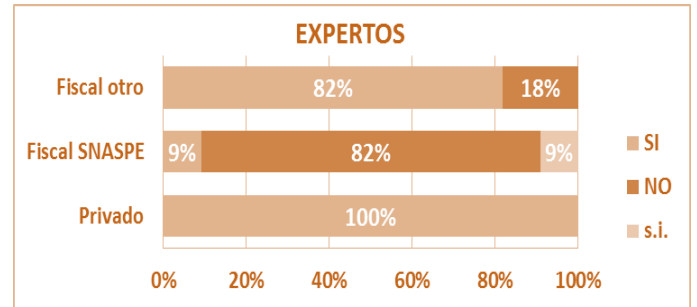
GENERAL	SI	NO	S.I.
Privado	100%	0%	0%
Fiscal SNASPE	13%	84%	3%
Fiscal otro	68%	32%	0%



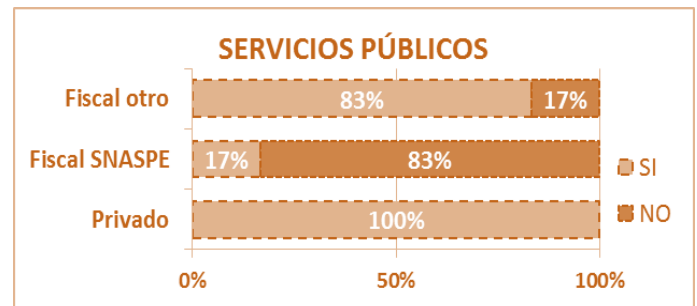
CONAF	SI	NO	S.I.
Privado	100%	0%	0%
Fiscal SNASPE	0%	100%	0%
Fiscal otro	40%	60%	0%



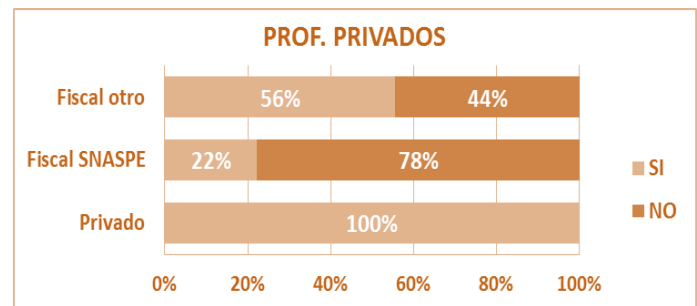
EXPERTOS	SI	NO	S.I.
Privado	100%	0%	0%
Fiscal SNASPE	9%	82%	9%
Fiscal otro	82%	18%	0%



SERVICIOS PÚBLICOS	SI	NO	S.I.
Privado	100%	0%	0%
Fiscal SNASPE	17%	83%	0%
Fiscal otro	83%	17%	0%

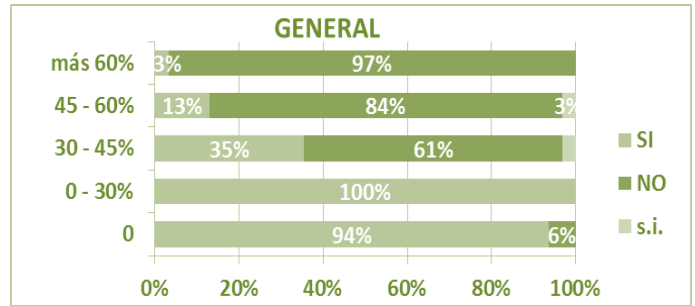


PROF. PRIVADOS	SI	NO	S.I.
Privado	100%	0%	0%
Fiscal SNASPE	22%	78%	0%
Fiscal otro	56%	44%	0%

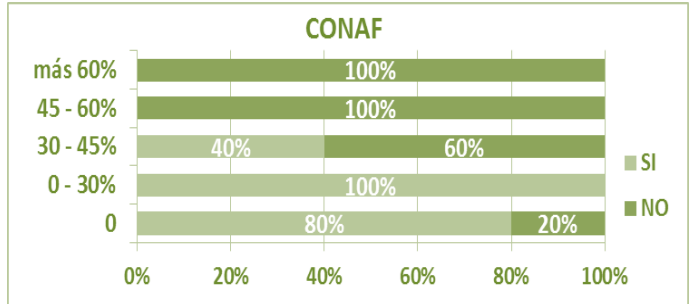


-Pendiente o inclinación del terreno

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%



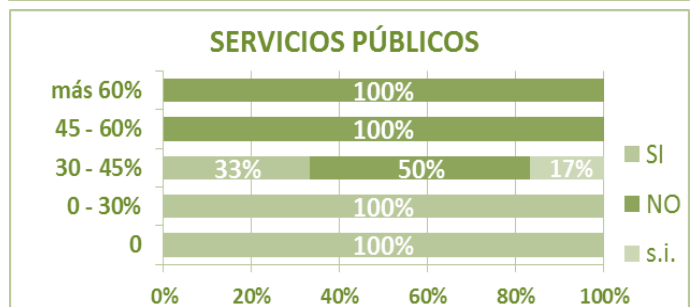
CONAF	SI	NO	S.I.
0	80%	20%	0%
0 - 30%	100%	0%	0%
30 - 45%	40%	60%	0%
45 - 60%	0%	100%	0%
más 60%	0%	100%	0%



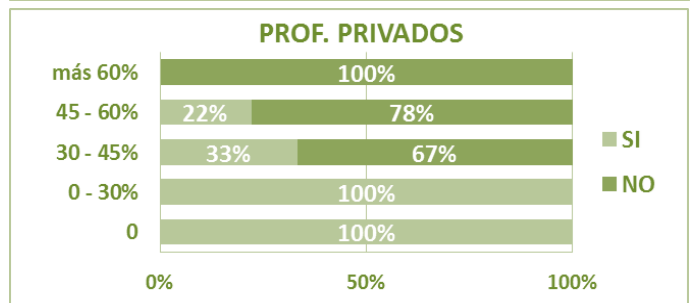
EXPERTOS	SI	NO	S.I.
0	91%	9%	0%
0 - 30%	100%	0%	0%
30 - 45%	36%	64%	0%
45 - 60%	18%	73%	9%
más 60%	9%	91%	0%



SERVICIOS 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%

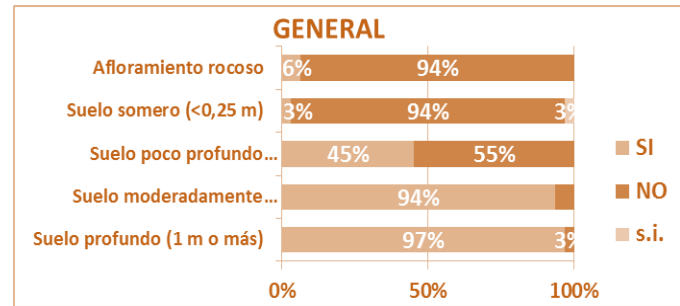


PROF. PRIVADOS	SI	NO	S.I.
0	100%	0%	0%
0 - 30%	100%	0%	0%
30 - 45%	33%	67%	0%
45 - 60%	22%	78%	0%
más 60%	0%	100%	0%

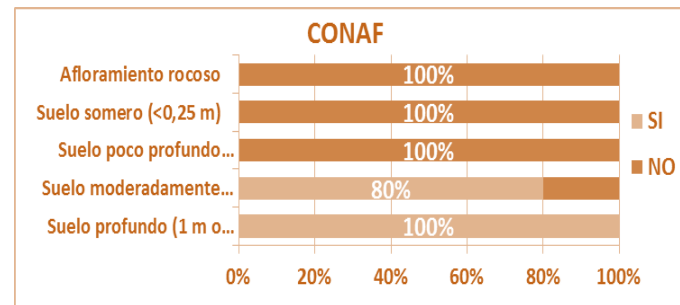


-Tipo de condición edáfica

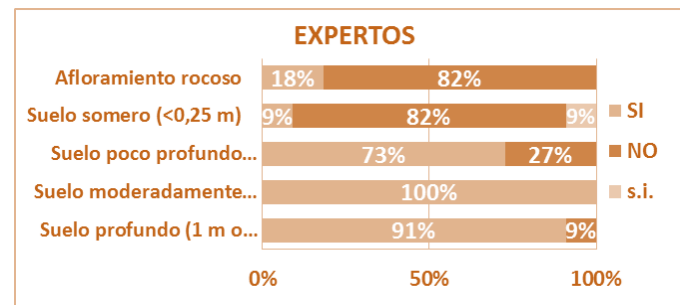
GENERAL	SI	NO	S.I.
Suelo profundo (1 m o más)	97%	3%	0%
Suelo moderadamente profundo (>0,6 m y <1,0 m)	94%	6%	0%
Suelo poco profundo (>0,25m y <0,6 m)	45%	55%	0%
Suelo somero (<0,25 m)	3%	94%	3%
Afloramiento rocoso	6%	94%	0%



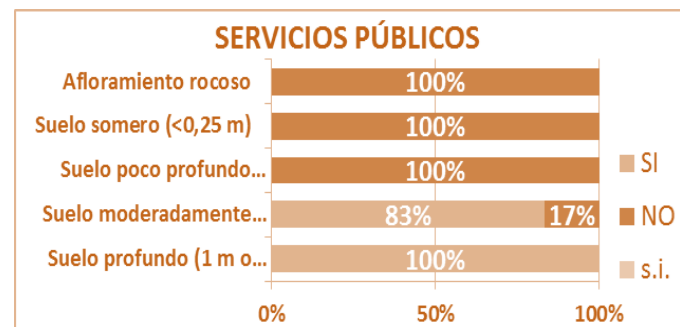
CONAF	SI	NO	S.I.
Suelo profundo (1 m o más)	100%	0%	0%
Suelo moderadamente profundo (>0,6 m y <1,0 m)	80%	20%	0%
Suelo poco profundo (>0,25m y <0,6 m)	0%	100%	0%
Suelo somero (<0,25 m)	0%	100%	0%
Afloramiento rocoso	0%	100%	0%



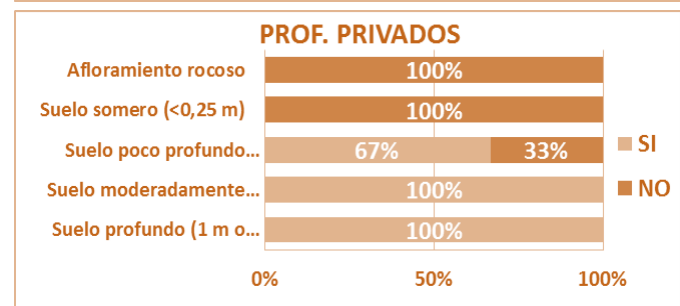
EXPERTOS	SI	NO	S.I.
Suelo profundo (1 m o más)	91%	9%	0%
Suelo moderadamente profundo (>0,6 m y <1,0 m)	100%	0%	0%
Suelo poco profundo (>0,25m y <0,6 m)	73%	27%	0%
Suelo somero (<0,25 m)	9%	82%	9%
Afloramiento rocoso	18%	82%	0%



SERVICIOS 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%

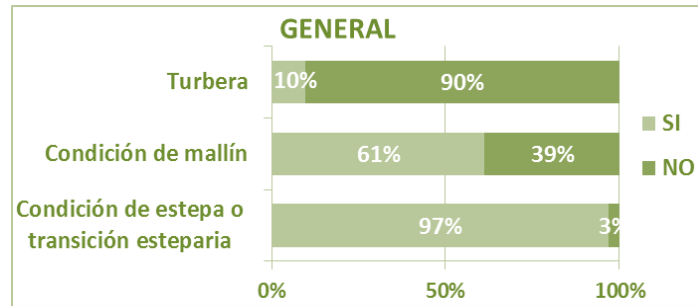


PROF. PRIVADOS	SI	NO	S.I.
Suelo profundo (1 m o más)	100%	0%	0%
Suelo moderadamente profundo (>0,6 m y <1,0 m)	100%	0%	0%
Suelo poco profundo (>0,25m y <0,6 m)	67%	33%	0%
Suelo somero (<0,25 m)	0%	100%	0%
Afloramiento rocoso	0%	100%	0%

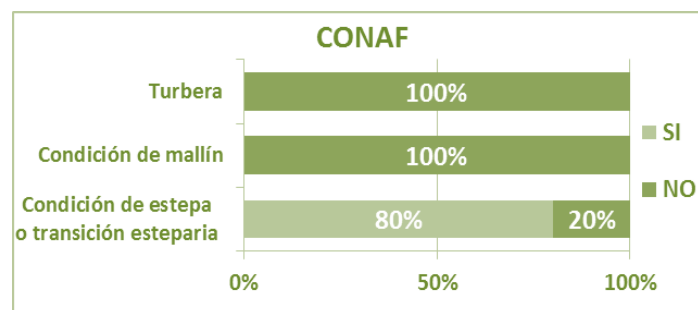


-Tipo de condición hídrica

GENERAL	SI	NO	S.I.
Condición de estepa o transición esteparia	97%	3%	0%
Condición de mallín	61%	39%	0%
Turbera	10%	90%	0%



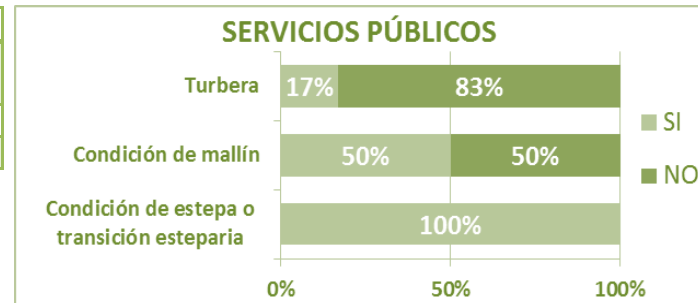
CONAF	SI	NO	S.I.
Condición de estepa o transición esteparia	80%	20%	0%
Condición de mallín	0%	100%	0%
Turbera	0%	100%	0%



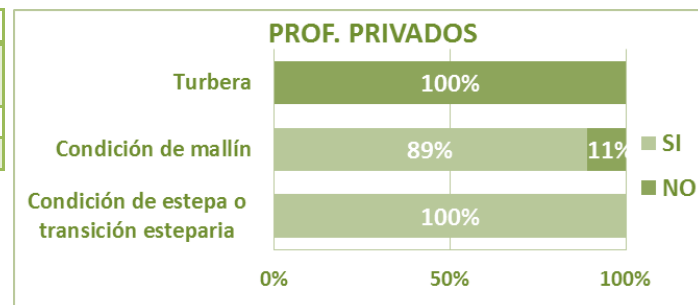
EXPERTOS	SI	NO	S.I.
Condición de estepa o transición esteparia	100%	0%	0%
Condición de mallín	73%	27%	0%
Turbera	18%	82%	0%



SERVICIOS PÚBLICOS	SI	NO	S.I.
Condición de estepa o transición esteparia	100%	0%	0%
Condición de mallín	50%	50%	0%
Turbera	17%	83%	0%

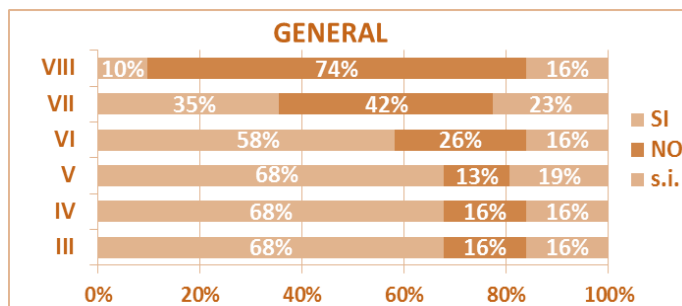


PROF. PRIVADOS	SI	NO	S.I.
Condición de estepa o transición esteparia	100%	0%	0%
Condición de mallín	89%	11%	0%
Turbera	0%	100%	0%

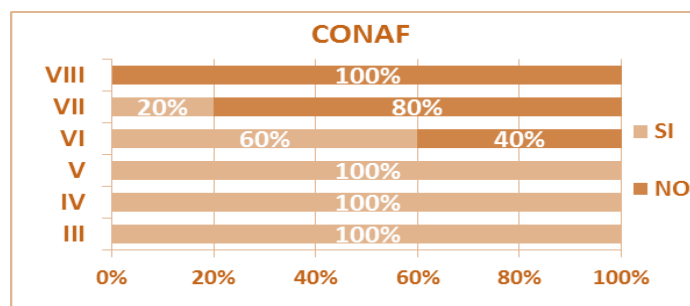


-Capacidad de uso del suelo

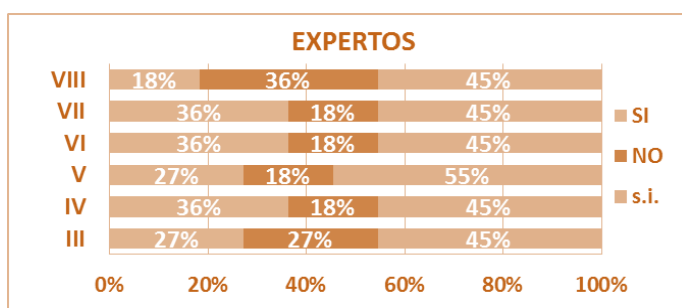
GENERAL	SI	NO	S.I.
III	89%	11%	0%
IV	89%	11%	0%
V	78%	22%	0%
VI	89%	11%	0%
VII	44%	44%	11%
VIII	0%	100%	0%



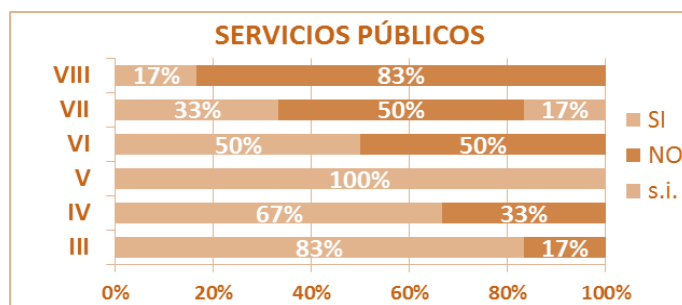
CONAF	SI	NO	S.I.
III	100%	0%	0%
IV	100%	0%	0%
V	100%	0%	0%
VI	60%	40%	0%
VII	20%	80%	0%
VIII	0%	100%	0%



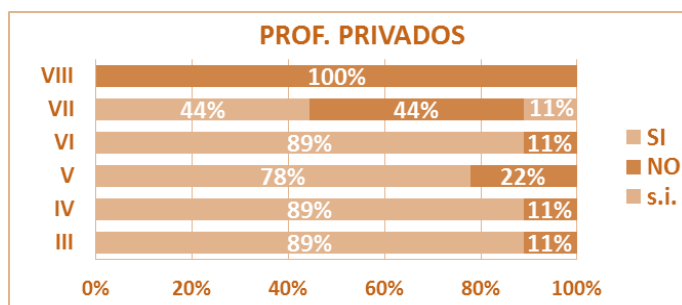
EXPERTOS	SI	NO	S.I.
III	27%	27%	45%
IV	36%	18%	45%
V	27%	18%	55%
VI	36%	18%	45%
VII	36%	18%	45%
VIII	18%	36%	45%



SERVICIOS 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%

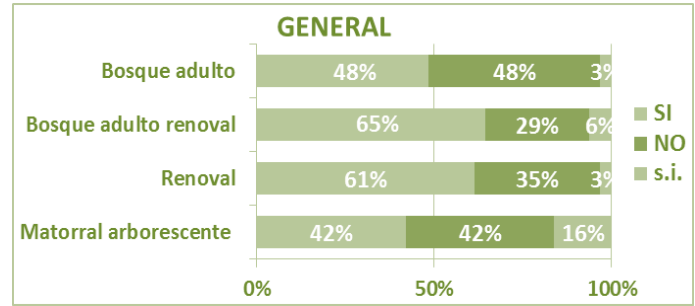


PROF. PRIVADOS	SI	NO	S.I.
III	89%	11%	0%
IV	89%	11%	0%
V	78%	22%	0%
VI	89%	11%	0%
VII	44%	44%	11%
VIII	0%	100%	0%

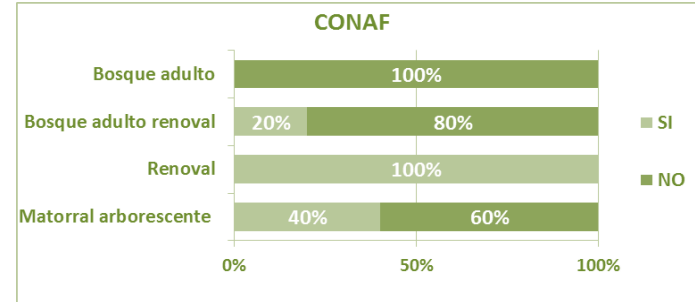


-Estructura del bosque

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%



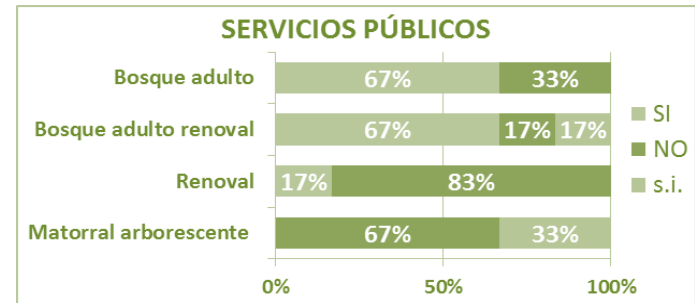
CONAF	SI	NO	S.I.
Matorral arborescente	40%	60%	0%
Renoval	100%	0%	0%
Bosque adulto renoval	20%	80%	0%
Bosque adulto	0%	100%	0%



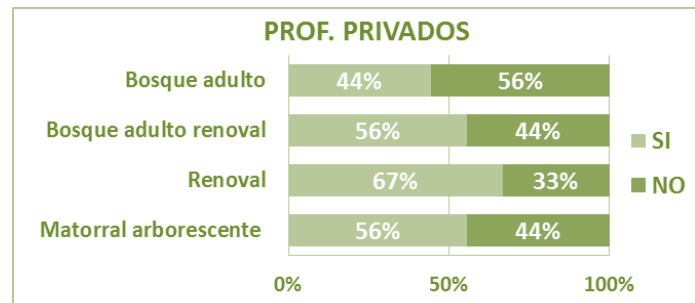
EXPERTOS	SI	NO	S.I.
Matorral arborescente	55%	18%	27%
Renoval	64%	27%	9%
Bosque adulto renoval	91%	0%	9%
Bosque adulto	64%	27%	9%



SERVICIOS 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%



6.5.2 Comentarios de la consulta abierta, según grupo objetivo

A continuación se presenta información entregada por los entrevistados correspondiente a observaciones finales de la pregunta realizada por grupo objetivo.

CONAF

- El silvopastoreo se puede realizar en algunas condiciones, en la medida que se pueda aplicar efectivamente la exclusión de ganado de dichas superficies, cuando sea necesario, para dar paso al establecimiento de la regeneración. Esto no está garantizado, por lo cual es poco aplicable el manejo silvopastoral en bosque nativo.
- En relación a la estructura del bosque, realizar silvopastoreo en un bosque adulto no debe ser considerado pues en esa etapa se debe manejar la regeneración de un nuevo bosque de ñirre, pues caso contrario terminará siendo una pradera con árboles de ñirre dentro de esta.
- La condición de matorral arborescente es probable en su gran mayoría se asocie a condiciones de sitio con problemas de drenaje, como es el caso de asociaciones de Ciprés de Las Guaitecas - Ñirre, donde el lograr la regeneración y desarrollo de Ciprés es complejo y preferible protegerla del pisoteo animal.

EXPERTOS

- Sugiero incorporar como bosques de protección a aquellos rodales que se encuentren asociados a cuerpos de agua, y que actúan como bosques de protección del recurso hídrico.
- Solo indicar que para SNASPE creo que no es recomendable dado que no se cuenta con los controles necesarios para asegurar un manejo sustentable y evitar daños. En caso de terrenos fiscales esto podría darse bajo la figura de entrega de terrenos a comodato a algún privado, aunque el control también puede ser algo complicado.
- Es importante considerar la interacción altura de ramoneo de renovales, en particular del ápice, y la carga ganadera a la cual es usado el sistema silvopastoril.
- Es fundamental considerar la carga ganadera, ya que una situación de sobrepastoreo va a conducir a la degradación de la pradera en mayor medida que otros factores considerados en esta encuesta, como la pendiente o el tipo de condición edáfica o hídrica.
- Es importante aclarar que considero se puede hacer uso silvopastoral del bosque de ñirre siempre y cuando se tomen los recaudos necesarios para



que el uso sea sustentable. Esto es, por un lado, colocar cargas ajustadas a la capacidad del ambiente (no más animales de lo que puede sostener) según un chequeo previo del forraje disponible. Por otro lado, siempre que se va a utilizar un ambiente de bosque de ñirre con animales es imprescindible asegurarse que el mismo tenga regeneración asegurada (existan renovales de ñirre con más de 1,5 m de altura) que puedan perpetuar el bosque. De no existir estos renovales, es imprescindible proteger renovales del pastoreo animal o bien plantar plántulas de ñirre y protegerlas para cumplir con esta condición. Asimismo, los ambientes muy sensibles como ser bosques en pendientes o bosques de condiciones extremas (suelo poco profundo, estrés hídrico severo o bosque de altura) no deberían ser utilizados con animales. Estos serían los denominados "bosques de protección".

- Se están armando criterios para la Patagonia Sur, deberían sumarse a este proceso.
- Se debe pensar en el tipo de ganado que se está planificando para el silvopastoreo.
- Hay suelos clase V que no deben ser pastoreados y corresponde a turberas y pajonales emergentes o mallines inundados permanentemente.
- El bosque adulto sin regeneración puede pastorearse pero sujeto a rotación dejando una fracción para regenerar con plantación suplementaria o enriquecimiento.

SERVICIOS PÚBLICOS

- Capacidad del productor (técnica - económica).
- Si existe un rodal identificado de buenas características genéticas y con buena semillación debería excluirse del silvopastoreo en cualquier condición, y dejarlo como fuente productora de semillas o vivero natural.
- Es fundamental generar prácticas de manejo que permitan asegurar la regeneración de estos frágiles y fragmentados ecosistemas boscosos de Ñirre, poco representados y muy susceptibles a su paulatina desaparición.
- Asociar a esta iniciativa, prácticas e incentivos que permitan aumentar la superficie y calidad de estos bosques, como cercado, manejo genético, distribución espacial, etc.
- Los temas que condicionan a los animales en el bosque son el cuidado de la regeneración para asegurar sustentabilidad, cuidado de ambientes frágiles (suelo y agua) y por supuesto una carga animal que no degrade el recurso.



PROFESIONALES PRIVADOS

- Disponibilidad hídrica (evapotranspiración asociada a Tipo de Terreno, cauces cercanos, textura del suelo, etc.).
- Susceptibilidad a sequía (Exposición, precipitación en el área, vientos, etc.)
- Presencia de regeneración, Sanidad del bosque.
- Dependiendo del estado de desarrollo del bosque de cobertura, tipo de animal y carga de animal /ha, pueden variar las restricciones de ingreso para cada uno de los criterios en evaluación.
- Se debe generar una menor intervención en el borde de la formación boscosa, a fin de minimizar el efecto del viento, que signifique la caída de individuos al interior de este.

6.6. 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.

Tabla 6.30. Parámetros de estructura del bosque de ñirre antes y después del raleo con enfoque silvopastoral.

Lugar		N ind.ha ⁻¹	AB m ² .ha ⁻¹	DCM cm	HD m	SQ	VTCC m ³ .ha ⁻¹
Balmaceda	Antes raleo	5.566	47,0	10,5	9,5	2,8	243,8
		±988	±6,4	±1,4	±1,0	±0,7	±45,7
	Después raleo	2.177	29,6	13,6	10,0	2,6	158,0
		±429	±5,3	±1,8	±0,9	±0,5	±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 de la faena de raleo se establecieron diferentes etapas:

- Determinación de actividades y sub actividades consideradas dentro del raleo.
- Determinación de costos por ítem, para ello se estimó el costo de la mano de obra, alimentación, herramientas e insumos.
- Se determinaron dos tipos de escenarios en función de la realidad de la Región de Aysén; (i) el primero denominado "óptimo" que considera todos los costos y actividades que el propietario o una empresa de servicios incurriría para la realización de la faena forestal. (ii) el segundo escenario denominado "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, es decir, la utilización de lo básico.

Descripción de los costos según actividades:

Mano de obra

Para la estimación de los costos del ítem *mano de obra* se utilizaron tres actividades.

(i) *Marcación de rodal afecto y asesoría técnica*: considera la marcación con spray de la totalidad del rodal afecto a intervención contenido en el plan de manejo, para esta actividad se consideran dos personas con conocimiento técnico. Además se considera la asesoría de un profesional con experiencia en marcación de raleo para transferir el conocimiento al productor o ejecutante del raleo.

(ii) *Faena de raleo*: considera las labores de volteo, trozado y desrame de árboles, utilizando la unidad de medida jornadas (jour día^{-1}) para la estimación de los costos. 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 voleto de 80 árboles por jornada.

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

Otros

El ítem otros considera la estimación de costos de los elementos de protección personal, la alimentación, insumos y herramientas que son utilizadas directamente en la faena forestal. Para la estimación de los costos de cada sub ítem se consideraron valores de mercado regional.



Escenario optimo

Tabla 6.31. Estructura de costos de *Mano de obra* en raleo silvopastoral en bosque de ñirre en un escenario optimo, Coyhaique.

Labores	Unidad	Nº personas (a)	Nº jornadas (b)	\$/ unidad (c)	Valor \$/ ha	Valor UTM/ha
Marcación de rodal afecto y asesoría técnica	jornadas	2	2	\$ 40.000	\$ 160.000	3,45
Faena de Raleo	jornadas	1	15	\$ 30.000	\$ 450.000	9,71
Ordenación de residuos y acopio madera	jornadas	2	7	\$ 40.000	\$ 280.000	6,04
SUB TOTAL MANO DE OBRA (A)					\$ 890.000	19,20

Labores	Detalle	Valor \$/ ha	Valor UTM/ ha
Marcación de rodal afecto 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 de 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 (B)		\$ 355.990	7,67

	\$/ ha	UTM/ ha
SUB TOTAL MANO DE OBRA (A)	\$ 890.000	19,20
SUB TOTAL OTROS (B)	\$ 355.990	7,67
COSTO TOTAL (A) + (B)	\$ 1.245.990	26,87

$$C_{\text{mano obra}} (\$ \text{ ha}^{-1}) = C_{\text{marcación y asesoría}} (a * b * c) + C_{\text{raleo}} (a * b * c) + C_{\text{ordenación y acopio}} (a * b * c)$$

$$C_{\text{otros}} (\$ \text{ ha}^{-1}) = C_{\text{marcación y asesoría}} (d + e + f + g) + C_{\text{raleo}} (d + e + f + g) + C_{\text{ordenación y acopio}} (d + e + f + g)$$

Donde;

a = nº personas
b = nº jornadas
c = costo jornada

Donde;

d = Elementos protección personal
e = Alimentación
f = Insumos
g = Herramientas



Escenario tradicional

Tabla 6.32. Estructura de costos de *Mano de obra* en raleo silvopastoral en bosque de ñirre en un escenario tradicional, Coyhaique.

Labores	Unidad	Nº personas (a)	Nº jornadas (b)	\$/ unidad (c)	Valor \$/ ha	Valor UTM/ha
Marcación de rodal afecto y asesoría técnica	jornadas	0	2	\$ 40.000	\$ 0	0,00
Faena de Raleo	jornadas	1	15	\$ 20.000	\$ 300.000	6,47
Ordenación de residuos y acopio madera	jornadas	1	15	\$ 15.000	\$ 225.000	4,85
SUB TOTAL MANO DE OBRA (A)					\$ 525.000	11,32

Labores	Detalle	Valor \$/ ha	Valor UTM/ ha
Marcación de rodal afecto y asesoría técnica	Elementos prot. Personal (d)	-	-
	Alimentación (e)	-	-
	Insumos (f)	-	-
	Herramientas (g)	-	-
Faena de Raleo	Elementos prot. Personal (d)	-	-
	Alimentación (e)	\$ 45.000	0,97
	Insumos (f)	-	-
	Herramientas (g)	-	-
Ordenación de residuos y acopio madera	Elementos prot. Personal (d)	\$ 9.670	0,21
	Alimentación (e)	\$ 45.000	0,97
	Insumos (f)	-	-
	Herramientas (g)	-	-
SUB TOTAL OTROS (B)		\$ 99.670	2,15

	\$/ ha	UTM/ ha
SUB TOTAL MANO DE OBRA (A)	\$ 525.000	11,32
SUB TOTAL OTROS (B)	\$ 99.670	2,15
COSTO TOTAL (A) + (B)	\$ 624.670	13,47

$$C_{\text{mano obra}} (\$ \text{ ha}^{-1}) = C_{\text{marcación y asesoría}} (a * b * c) + C_{\text{raleo}} (a * b * c) + C_{\text{ordenación y acopio}} (a * b * c)$$

$$C_{\text{otros}} (\$ \text{ ha}^{-1}) = C_{\text{marcación y asesoría}} (d + e + f + g) + C_{\text{raleo}} (d + e + f + g) + C_{\text{ordenación y acopio}} (d + e + f + g)$$

Donde;

a = Nº personas
b = Nº jornadas
c = Costo jornada

Donde;

d = Elementos protección personal
e = Alimentación
f = Insumos
g = Herramientas



Tabla 6.33. Comparación de los costos de raleo en bosques de ñirre derivados del estudio con otros

Actividad bonificable	Escenario Optimo (UTM ha⁻¹)^a	Escenario Tradicional (UTM ha⁻¹)^a	Bonificación Ley 20.283 (UTM ha⁻¹)^b	Costo faena Argentina (UTM ha⁻¹)^c
Costo de raleo	26,87	13,47	5,93	23,25

^a obtenido del proyecto; ^b obtenido de Ley 20.283; ^c comunicación personal Santiago Favoretti.

La información obtenida de la Tabla 6.33 se obtuvo de diferentes fuentes de información. Las primeras celdas sobre escenarios óptimo y tradicional fueron desarrolladas por el proyecto, en ellas se obtuvieron 26,87 y 13,47 UTM ha⁻¹.

La tercera columna se obtuvo con información de la tabla de valores para el año 2016, que determina montos máximos de las bonificaciones para las actividades referidas al Artículo 22° de la Ley N° 20.283 sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal. 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 de la actividad anterior se obtuvo del Tipo Forestal Lengua y correspondió a 5,93 UTM ha⁻¹.

Finalmente se obtuvo información como referencia de costos de manejo forestal en bosques de ñirre de Tierra del Fuego (Argentina), de parte del Ing. Forestal Sr. Santiago Favoretti, de amplio conocimiento en Cosecha forestal de bosques de lengua y ñirre. Los costos consideran las siguientes actividades y totalizaron 23,25 UTM ha⁻¹:

-Servicios de Marcación silvícola: **U\$S 125/ha**

-Servicio de cosecha forestal y extracción a área de acopio: **U\$S 1500/ha**



6.7 CARTOGRAFIA TEMATICA Y SUPERFICIE SILVOPASTORAL SUSTENTABLE

La *Superficie Potencial Sustentable para uso silvopastoral*, se refiere a las áreas cubiertas por bosques de ñirre, que cumplan las restricciones consideradas en la consulta pública a expertos y profesionales del sector Silvoagropecuario, de este análisis el equipo definió las siguientes restricciones detalladas en la Tabla 6.34.

Tabla 6.34. Criterios para la aplicación de sistemas silvopastorales en bosques de ñirre.

CRITERIO	NO aplicar	Si Aplicar
Tenencia de la tierra	Terrenos SNASPE	Terrenos privados
Pendiente	>30%	<30%
Profundidad de suelo	>25 cm	<25 cm
Condición hídrica	Turbera, permanente	Mallín temporal, Sitios seco
Estructura del bosque	Etapas juveniles (brinzal, monte bravo)	Renoval, Bosque adulto

En base a esta definición de criterios, se realizó un análisis SIG con la información disponible de la actualización del Catastro Vegetacional de los Recursos Forestales Nativos realizado por CONAF en el año 2011 en la Región de Aysén. Los resultados sobre las superficies sustentables para aplicación de uso silvopastoral por comunas se detallan en la Tabla 6.35 y se entregan una serie de mapas cartográficos en los Anexos 4 al 11.

Tabla 6.35. Superficies potencial sustentable para uso silvopastoral en la Región de Aysén.

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



6.8 COMPONENTE HERBÁCEO Y SUELO

Durante tres temporadas (2014-2017) se procedió a la evaluación de la estrata herbácea en bosques de ñire de dos sitios con características diferentes. El primero corresponde a un ñirantal ubicado en el sector de Balmaceda (aprox. 45° 52' 22" Lat S; 71° 49' 08" Long W) a 530 msnm, caracterizado por un bosque de ñirre denso sobre un mallín (napa freática superficial). El segundo sitio está cercano, en el sector denominado "Galera Chico" (aprox. 45° 50' 25" Lat S; 71° 50' 01" Long W) a 580 msnm, en una zona transicional a estepa, con condiciones mas secas . En ambos casos se comparó la situación de un bosque sin intervenir, con un bosque intervenido (raleo) y la situación sin bosque (pastoril). La evaluación de estos componentes fue realizada por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIATamel Aike).

Para efectos de referencia, los tratamientos impuestos en cada sector experimental fueron:

- A: Bosque de ñirre sin intervenir
- B: Bosque de ñirre raleado (40% cobertura)
- C: Pradera natural (naturalizada, sin bosque de ñirre)

Previo al inicio del experimento se tomó una muestra de suelo para cada tratamiento en los dos sitios experimentales, con el proposito de evaluar la composición química inicial (micro y macroelementos) de cada sector. Para ello se realizó un muestreo 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, vale decir: bosque sin intervenir, bosque raleado (40%); y pradera natural. Para ello, en cada tratamiento se instalaron cuatro jaulas de exclusión (c/u 1 m x 0,5 m = 0,5 m²), las cuales fueron distribuidas al azar, aunque en sitios donde existiera cierta cubierta herbácea, aunque ésta fuera incipiente. Las jaulas se ubicaron en los tratamientos correspondientes. 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 maquina 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 pesaba posteriormente en verde, para determinar la producción total de materia fresca. La muestra se dividió en dos fracciones: para determinar el contenido de materia seca (MS) y otra para composición botánica (separación de especies o grupos de especies constituyentes). La



muestra para determinar materia seca ingresaba a una estufa de secado a 60°C por aproximadamente 48 horas hasta peso constante.

Previo a la cosecha de material vegetal (biomasa), se registra igualmente 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 transeptos (dos por cada tratamiento, es decir, seis por sitio experimental) para ambos sectores, Balmaceda y Galera Chico. Se instalaron dos estacas indicativas de 2"x2"x160 cm por transepto, pintadas de color blanco y distantes 22 m entre ellas. Para la evaluación, se utiliza una huincha graduada, midiéndose una distancia total de 20 m. Una vez instalada la huincha entre ambas estacas, se procede a evaluar cada 10 cm la ocurrencia en cada punto. Para ello se utiliza 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 transepto (por 2 transeptos = 400 puntos por cada tratamiento).

La información colectada es complementaria y 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 transeptos se consideraron diferentes categorías, algunas de las cuales fueron agrupadas para facilitar su interpretación:

- 1.- Gramíneas (pasto ovillo, pasto miel, otras)
- 2.- Trébol Blanco
- 3.- Malezas (diferentes especies de hoja ancha)
- 4.- Suelo Desnudo
- 5.- Otros (mantillo, hojarasca, rama seca, raíz/tocón, bosta, material muerto)
- 6.- Agua
- 7.- Juncáceas y ciperáceas.



6.8.1 Fertilidad de suelos

La Tabla 6.36 y 6.37 muestra los resultados obtenidos del muestreo de suelos (10 cm) en los tres tratamientos del sector Balmaceda.

Tabla 6.36. Fertilidad inicial de suelos del sector Balmaceda (10 cm) bajo tres condiciones ligadas al bosque de ñirre.

TRATAMIENTO	N	P	K	S	pH	M.O
	mg kg ⁻¹					%
Bosque sin Intervenir	185	10,6	325,5	3,92	5,53	16,7
Bosque raleado al 40%	115	9,0	262,1	6,82	5,09	16,6
Pradera Natural	85	14,4	386,5	1,74	5,33	12,2

Tabla 6.37. Fertilidad inicial de suelos del sector Balmaceda (10 cm) bajo tres condiciones ligadas al bosque de ñirre (continuación).

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 al 40%	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.



Tabla 6.38. Fertilidad inicial de suelos del sector Galera Chico (10 cm) bajo tres condiciones ligadas al bosque de ñirre.

TRATAMIENTO	N	P	K	S	pH	M.O
	mg kg ⁻¹					%
Bosque sin Intervenir	32	36,1	446,2	4,54	6,26	22,9
Bosque raleado al 40%	26	39,3	373,7	4,26	6,38	20
Pradera Natural	57	18,3	523,1	2,92	6,1	23,3

Tabla 6.39. Fertilidad inicial de suelos del sector Balmaceda (10 cm) bajo tres condiciones ligadas al bosque de ñirre (continuación).

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	1,2
Bosque raleado al 40%	15,89	3,65	0,95	0,05	0,02	20,56	0,11	0,8
Pradera Natural	14,49	3,82	1,4	0,04	0,03	19,79	0,15	1,01

La Tabla 6.38 y 6.39 resume los resultados de los análisis de suelos realizados para las muestras del sector de Galera Chico. Los niveles de nitrógeno 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.

6.7.2 Estrata herbácea

SITIO BALMACEDA

Primera temporada

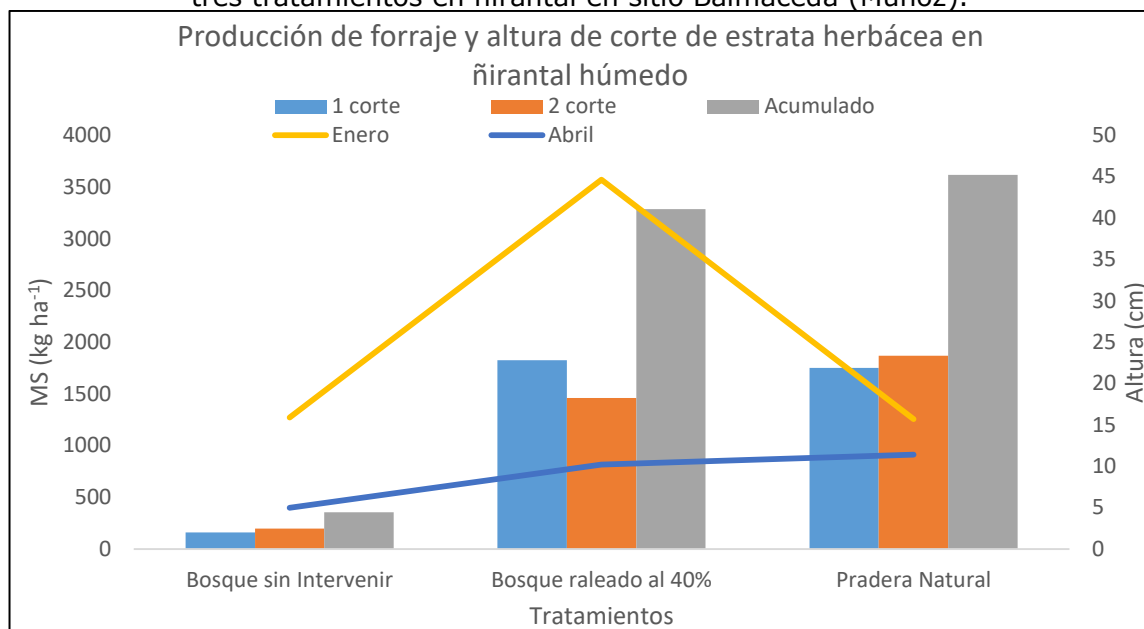
En el Gráfico 6.29 se presentan los rendimientos promedios de forraje (kg MS ha⁻¹) y la altura (cm) para la cubierta herbácea del ñirantal del sector Balmaceda, con dos cortes realizados durante la temporada (08/01/2015 (86 días) y el segundo el 28/04/2015 (110 días)).

Se observa que en el sector del bosque sin intervenir la producción fue baja (acumulado de sólo 360 kg MS/ha) a diferencia de los otros dos tratamientos, donde se superaron las 3 t MS/ha. Sin embargo, a pesar de que las producciones acumuladas del bosque raleado (3.300 kg MS/ha) y la



pradera sin bosque (3.600 kg MS/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 ésta producción es efectiva en toda la superficie.

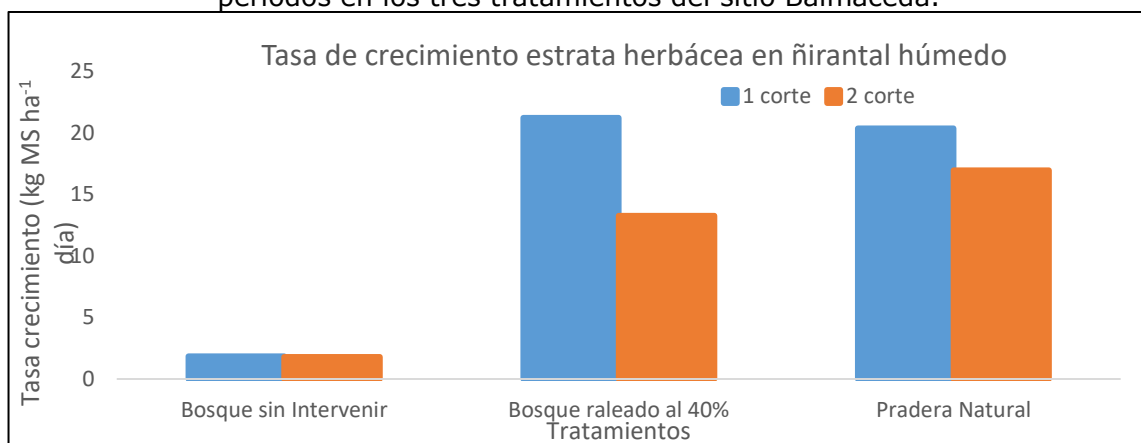
Gráfico 6.29. Producción de la estrata herbácea (kg MS ha⁻¹) y altura (cm) para los tres tratamientos en ñirantal en sitio Balmaceda (Muñoz).



En el Gráfico 6.30 se muestran 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 MS/ha/d. En las jaulas del bosque raleado se midieron valores promedios de 22 kg MS/ha/d hasta enero y de alrededor de 13 kg MS/ha/d posteriormente hasta abril. En la pradera sin bosque, las tasas medidas fueron de 20 y 17 kg MS/ha/d, para los mismos períodos, respectivamente.



Gráfico 6.30. Tasa de crecimiento promedio diario (kg MS ha⁻¹ día) parados períodos en los tres tratamientos del sitio Balmaceda.



La composición botánica (Tabla 6.40) en el bosque sin intervenir y el raleado al 40% se caracteriza por una mayor presencia de especies gramíneas (sobre 50% y hasta 85%), tanto en el primer y 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.

Tabla 6.40. Composición botánica (%) para los tres tratamientos del sitio Balmaceda.

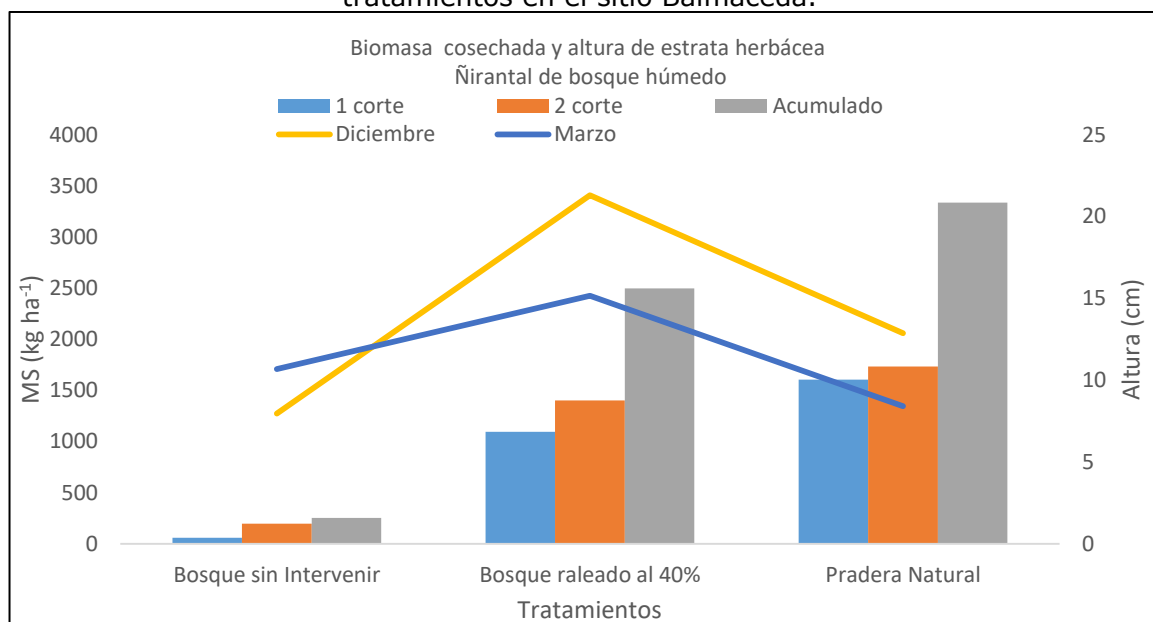
Tratamientos	Corte	Gramíneas	Leguminosas	D. León	O. Malezas	M. Muerto
Bosque sin Intervenir	1°	50,4	0,0	17,7	14,8	17,2
	2°	53,8	0,0	4,8	39,8	1,6
Bosque raleado al 40%	1°	85,0	0,4	0,9	11,1	2,6
	2°	68,0	0,0	1,5	3,7	26,8
Pradera	1°	31,2	3,8	20,9	40,7	3,4
	2°	39,7	0,0	2,3	36,8	21,1

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 de 252 kg MS ha⁻¹). Ello concuerda con lo observado en terreno, en el sentido de la muy escasa presencia de herbáceas en el bosque sin intervenir. En el bosque raleado, la biomasa total presente fue en promedio de 2.496 kg MS ha⁻¹, inferior a la pradera naturalizada, que llegó en esta localidad a 3.337 kg MS ha⁻¹ en promedio (Gráfico 6.31).



Gráfico 6.31. Biomasa presente (kg MS ha⁻¹) y altura (cm) para los tres tratamientos en el sitio Balmaceda.

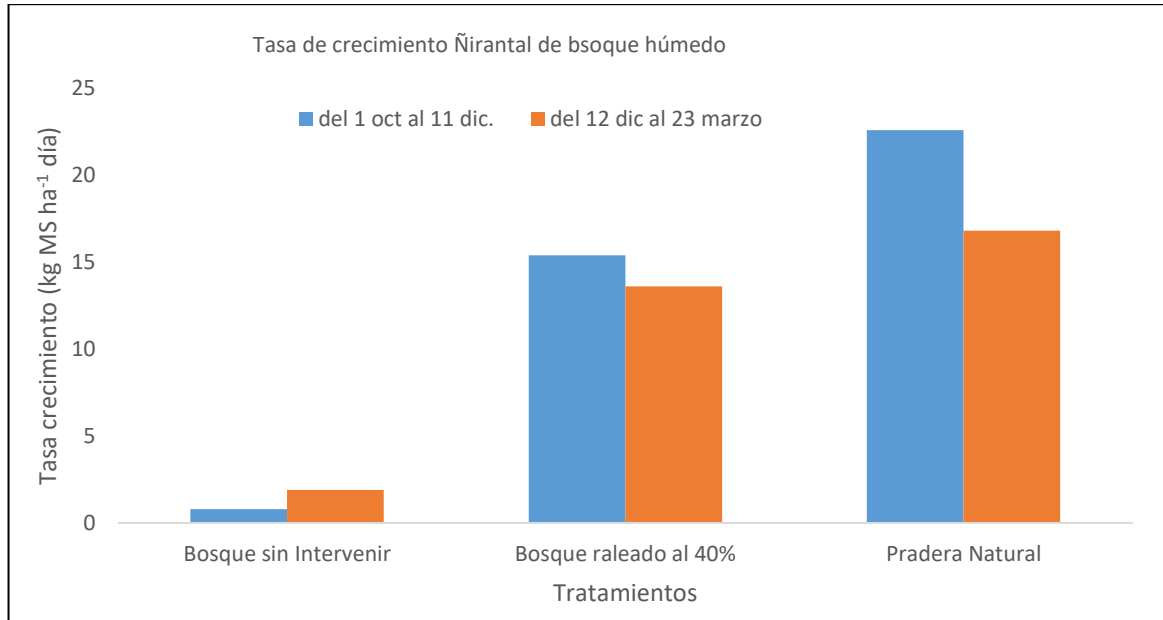


En el Gráfico 6.32 se presenta la tasa de crecimiento diaria observada en las jaulas para los tres tratamientos en evaluación. Desde el 1 de octubre al 11 de diciembre (72 días) el bosque sin intervenir presenta una tasa de crecimiento casi nula, de 0,8 kg MS ha⁻¹ día, probablemente también inducida 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 MS ha⁻¹, frente a la pradera naturalizada (sin bosque) con 22,6 kg MS ha⁻¹ día.

Para el mes de marzo (Gráfico 6.32), el orden es similar, con valores muy bajos en el bosque no intervenido (cerca de 2 kg MS ha⁻¹), 13,6 kg MS ha⁻¹ día en el bosque raleado, y 16,8 kg MS ha⁻¹ día en la pradera naturalizada.



Gráfico 6.32. Tasa de crecimiento promedio diario (kg MS ha⁻¹ día) para los tres tratamientos en el sitio Balmaceda.



La composición botánica (Tabla 6.41) en el bosque sin intervenir, el raleado y la pradera naturalizada, 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.

Tabla 6.41. Composición botánica (%) para los tres tratamientos del sitio Balmaceda.

Tratamientos	Corte	Gramíneas	Leguminosas	D. León	O. Malezas	Ciperáceas	Juncáceas	M. Muerto
Bosque sin intervenir	1°	0,0	0,0	71	0,0	29	0,0	0,0
	2°	33	0	17	37	0	0	13
Bosque raleado al 40%	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

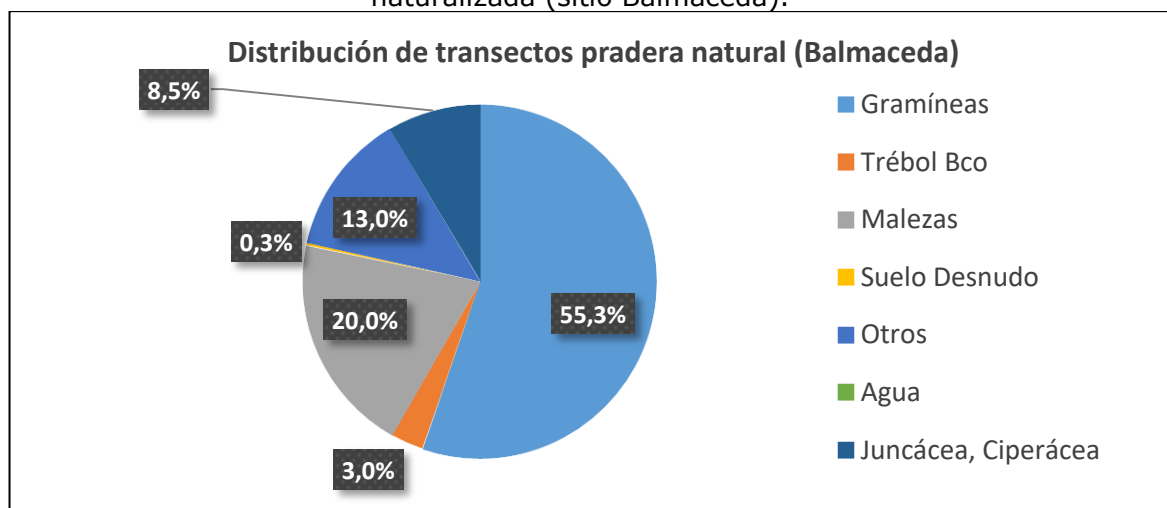


Tabla 6.42. Resumen transectos evaluados en sitio Balmaceda.

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

El lugar en el cual se evaluó el transecto de la pradera naturalizada (Tabla 6.42 y Gráfico 6.33), se apreciaba una vegetación muy densa, con presencia de "mogotes" y juncáceas. Se observa una alta presencia de gramíneas (sobre un 50% como son 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.

Gráfico 6.33. Distribución de parametros evaluados en transectos pradera naturalizada (sitio Balmaceda).



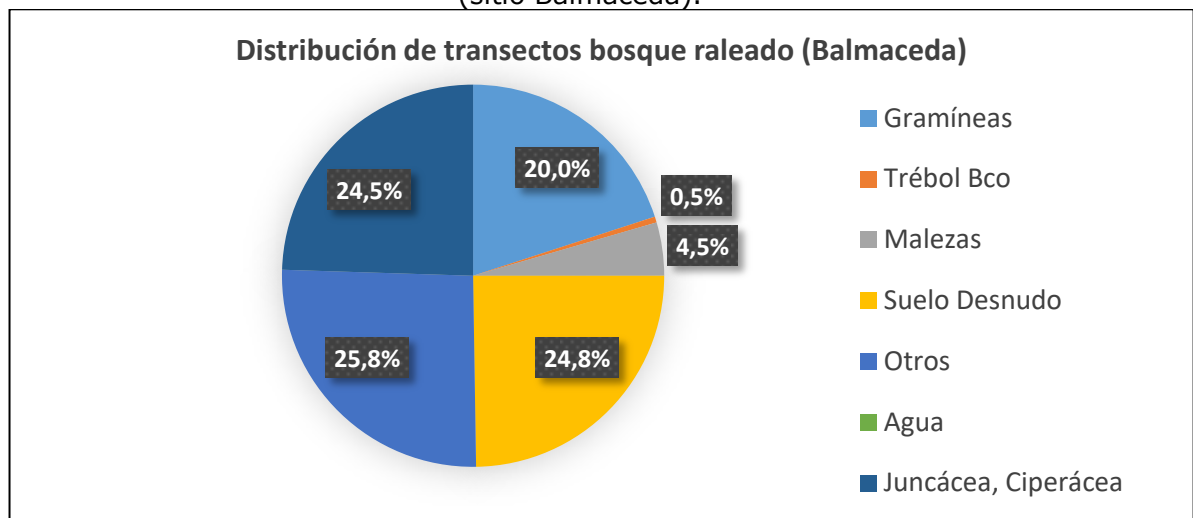
Al analizar el componente de "suelo desnudo" y "mantillo", se aprecia que en el bosque sin intervenir, la suma de ellos llega al 93,3%. Es decir, más del 90% de la superficie del bosque no tiene componentes vegetales vivos. En el bosque intervenido, ello subió a 50,6%, de modo que la mitad de la superficie 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.

Por su parte, en el sector de bosque raleado (Tabla 6.39 y Gráfico 6.34) 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, hojarascas 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%.

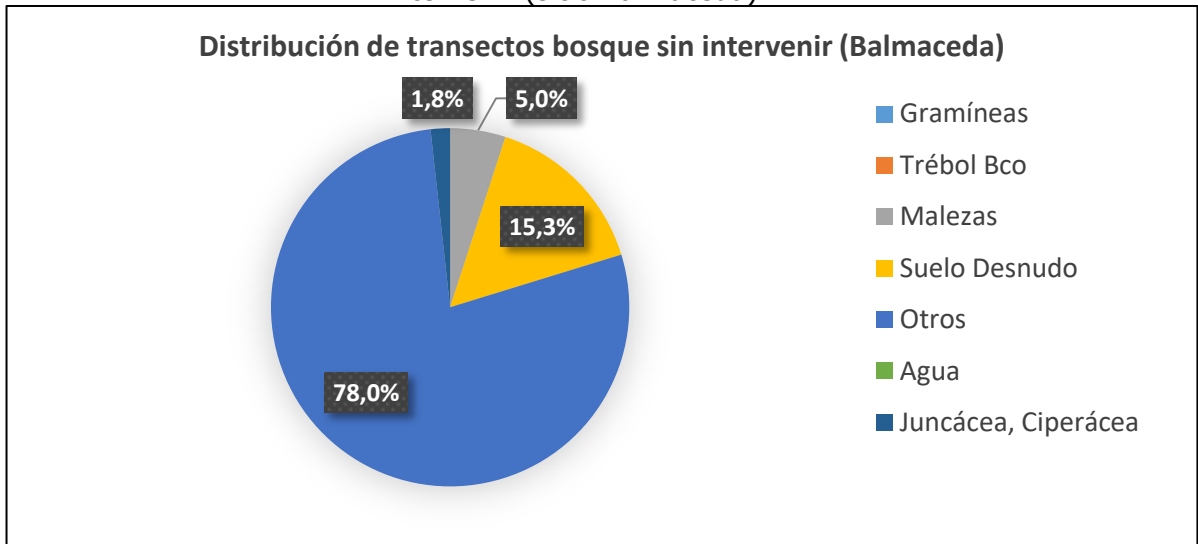
Gráfico 6.34. Distribución de parámetros evaluados en transectos bosque raleado (sitio Balmaceda).



El tratamiento de bosque sin intervenir (Tabla 6.39 y Gráfico 6.35) es el que presenta la mayor cobertura de la estrata arbórea. Se observó una presencia dominante de categorías como: hojarascas, raíz/tocón (78%), seguido 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.



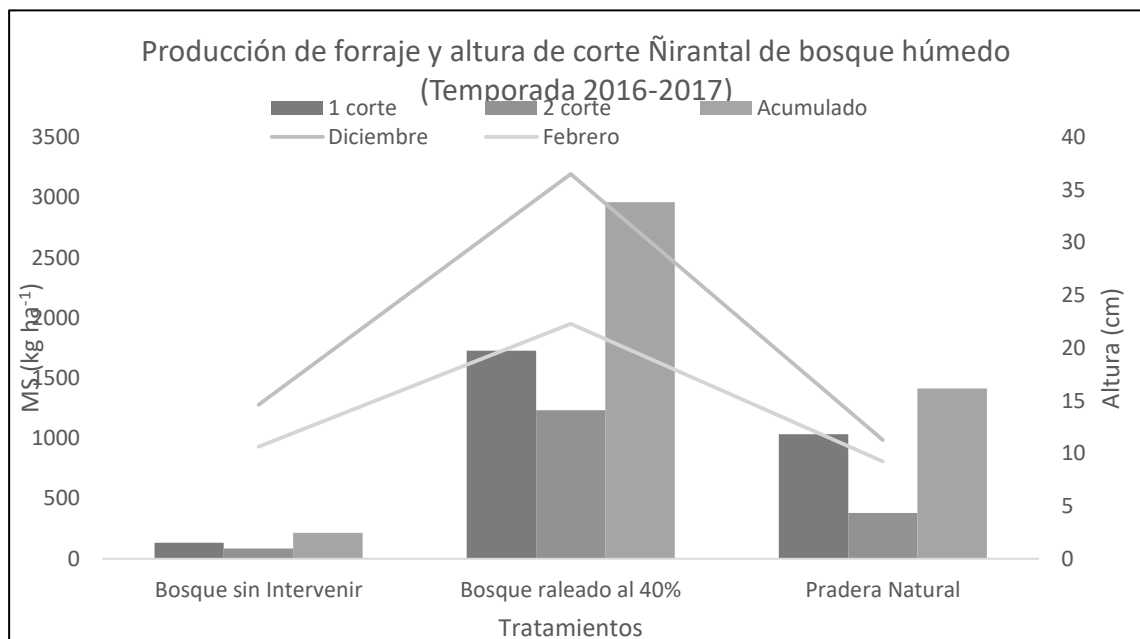
Gráfico 6.35. Distribución de parámetros evaluados en transectos bosque sin intervenir (sitio Balmaceda).



Tercera temporada

En la tercera temporada (Gráfico 6.36), se repite la tendencia de muy bajas producciones en la estrata herbácea del bosque no intervenido, mientras que éstas 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.

Gráfico 6.36. Producción de materia seca y altura de la estrata herbácea en un bosque de ñire (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 (Tabla 6.43) de la estrata herbácea, 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).

Tabla 6.43. Composición botánica de la estrata herbácea en el sector Balmaceda.

Temporada 2016-2017 (Composición Botánica %)								
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 al 40%	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 la Tabla 6.44 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 sólo 200-350 kg MS/ha medidos en jaulas, al considerar la proporción de suelo cubierta por herbáceas de sólo 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 entre 2.500-3.300 kg MS/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 MS/ha. En este caso, considerando además una utilización de, por ejemplo 50%, el consumo potencial por animales herbívoros podría ser de alrededor de 600-800 kg MS/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 entre 3.300-3.600 kg MS/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 MS/ha de producción en la estrata herbácea (pradera). Con una utilización estimada de 60% se tiene una disponibilidad para consumo de 1.700-1.900 kg MS/ha. Considerando parámetros similares al caso anterior, la pradera podría sustentar la misma unidad animal por alrededor de 140-150 días.

Tabla 6.44. Producción de materia seca medida en jaulas de exclusión para tres situaciones ligadas a bosque de ñire en Balmaceda. (kg MS/ha)

Tratamiento	Unidad	Temporada			Acumulado 3 años	Promedios ± desvíos
		2014- 15	2015- 16	2016- 17		
Bosque sin Intervenir	Kg MS/ha	356	252	216	824	275 ± 73
Bosque raleado al 40%	Kg MS/ha	3.285	2.497	2.960	8.742	2.914 ± 396
Pradera Naturalizada	Kg MS/ha	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.

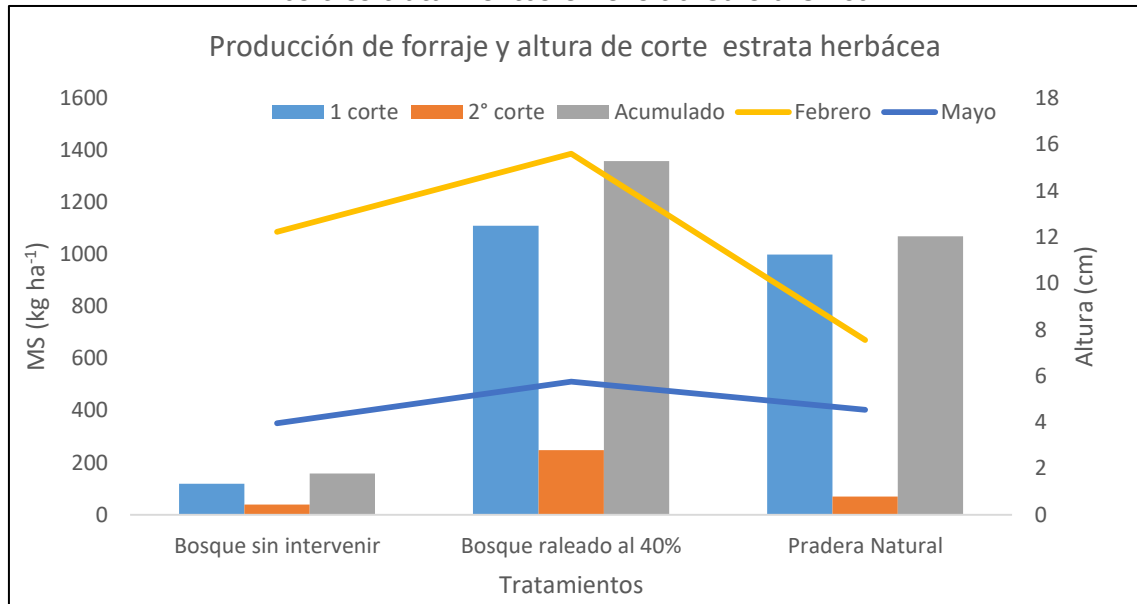
SITIO GALERA CHICO

Primera temporada

En el Gráfico 6.37 se presentan los rendimientos promedios de la evaluación de la estrata herbácea (kg MS ha⁻¹) y altura (cm) para los tratamientos del sitio Galera Chico (zona sin presencia de napas freáticas superficiales) en los dos cortes realizados durante la temporada. El primero se realizó el 19/02/2015 (76 días) y el segundo el 07/05/2015 (77 días).



Gráfico 6.37. Producción de la estrata herbácea (kg MS ha⁻¹) y altura (cm) para los tres tratamientos en el sitio Galera Chico.



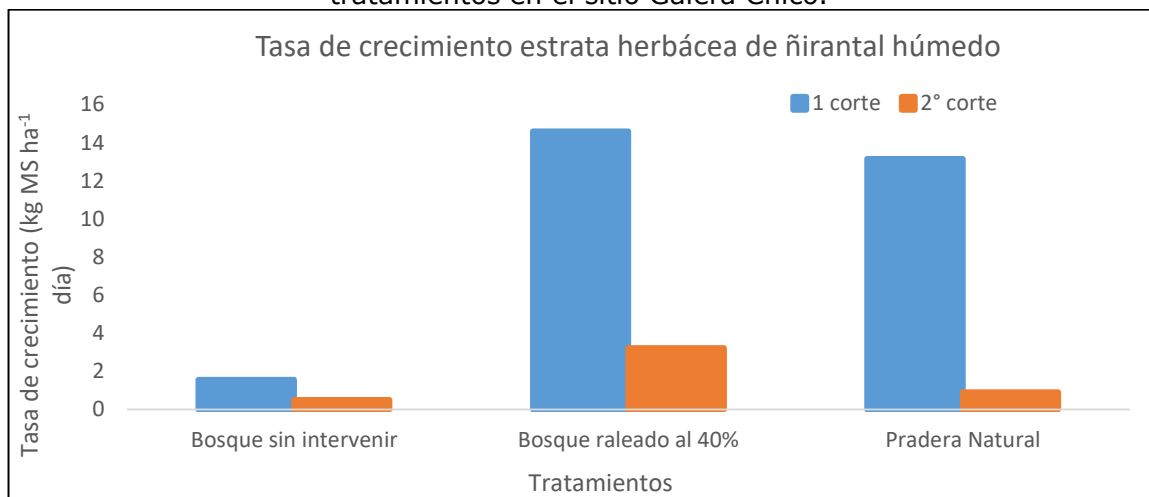
La productividad en general fue inferior al sitio Balmaceda. Debe señalarse que la ubicación de jaulas en este sitio fue más tarde en la temporada (diciembre), ya que los tratamientos no pudieron ser impuestos previamente por las labores de implementación en terreno. De esta forma, la influencia del 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 la temporada fueron en promedio de alrededor de 160 kg MS/ha en el bosque sin intervenir, 1.360 kg MS/ha en el bosque intervenido; y de aproximadamente 1.000 kg MS/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 compara 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 ésta 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 (Gráfico 6.38) 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.



Gráfico 6.38. Tasa de crecimiento promedio diario (kg MS ha⁻¹ día) para los tres tratamientos en el sitio Galera Chico.



En relación a la composición botánica (Tabla 6.45), 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.

Tabla 6.45. Composición botánica (%) para los tres tratamientos sector bosque de ñirre sin influencia de napa freática.

Tratamiento	Corte	Gramíneas	Leguminosas	D. León	O. Malezas	M. Muerto
Bosque sin intervenir	1º	42,28	0,00	7,90	48,28	1,55
	2º	87,69	0,00	0,69	0,00	11,61
Bosque raleado al 40%	1º	48,93	24,71	11,12	6,59	8,64
	2º	96,83	2,47	0,35	0,35	0,00
Pradera Natural	1º	53,12	0,00	14,10	6,53	26,26
	2º	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.

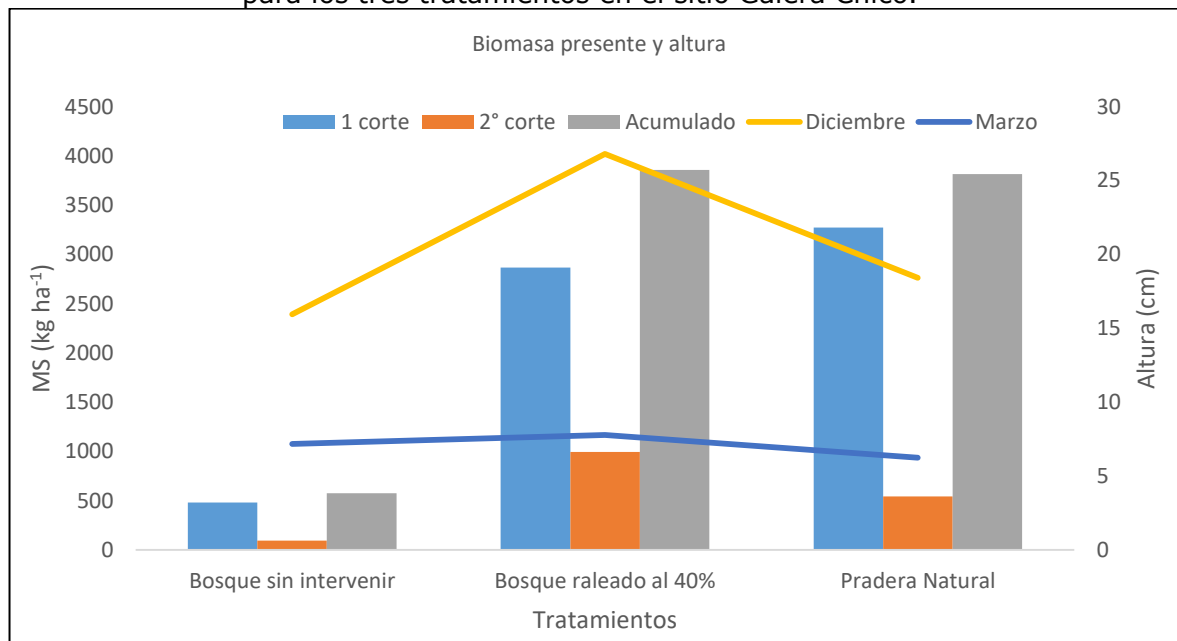
Segunda temporada

En el Gráfico 6.39 se presentan los rendimientos promedios de la evaluación de la estrata herbácea (kg MS ha⁻¹) y altura (cm) para los tratamientos del



sitio Galera Chico (zona sin presencia de napas freáticas superficiales), para los dos cortes realizados durante la presente temporada. El primero se realizó el 11/12/2015 (213 días) y el segundo el 23/03/2016 (103 días).

Gráfico 6.39. Biomasa presente en la estrata herbácea (kg MS ha⁻¹) y altura (cm) para los tres tratamientos en el sitio Galera Chico.



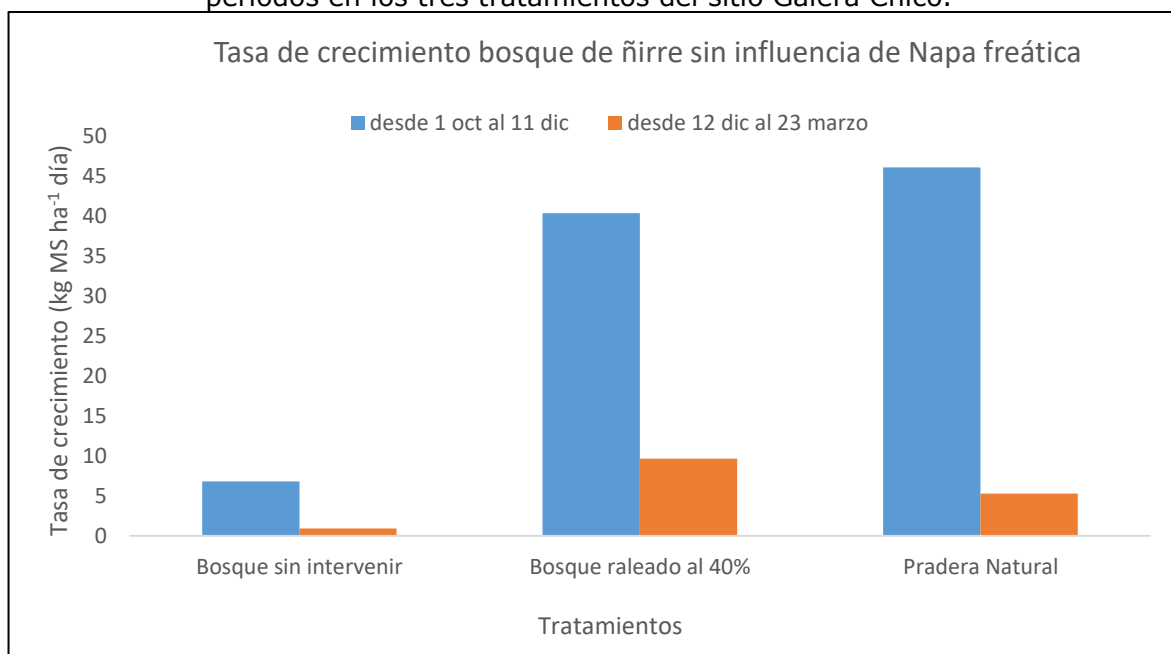
En general, se aprecia que esta temporada registró valores superiores a la pasada, y la biomasa acumulada fue en promedio de 574 kg MS ha⁻¹ en el bosque sin intervenir, 3.859 kg MS ha⁻¹ en el bosque intervenido; y 381 kg MS ha⁻¹ en la pradera naturalizada.

Como indican los resultados resumidos en el Gráfico 6.39, 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.



Gráfico 6.40. Tasa de crecimiento promedio diario (kg MS ha⁻¹ día) para dos períodos en los tres tratamientos del sitio Galera Chico.



La tasa de crecimiento (Gráfico 6.40) en la estrata herbácea de los tres tratamientos desde el 1 de octubre al 11 de diciembre fue: bosque sin intervenir 6,8 kg MS ha⁻¹, bosque raleado 40 kg MS ha⁻¹ día y la pradera naturalizada de 46 kg MS ha⁻¹ 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 en este periodo fue el bosque raleado (9,6 kg MS ha⁻¹ día), mientras que la pradera naturalizada obtuvo valores de menos de la mitad.

En relación a la composición botánica (Tabla 6.46), 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).



Tabla 6.46. Composición botánica (%) para los tres tratamientos del sitio Galera chico.

Tratamiento	Corte	Gramíneas	Leguminosas	D. León	O. Malezas	M. Muerto
Bosque sin intervenir	1º	56,6	0,0	16,9	18,6	7,9
	2º	58,9	0,0	3,0	24,7	13,4
Bosque raleado al 40%	1º	59,3	12,9	22,1	3,5	2,1
	2º	57,6	5,7	0,1	2,6	34,1
Pradera Natural	1º	61,4	1,4	29,9	1,3	6,0
	2º	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 (Tabla 6.47 y Gráfico 6.41), la gran mayoría de las especies presentes pertenece al grupo de gramíneas (70%), particularmente *Poa pratensis* (poa) y *Holcus lanatus* (pasto miel).

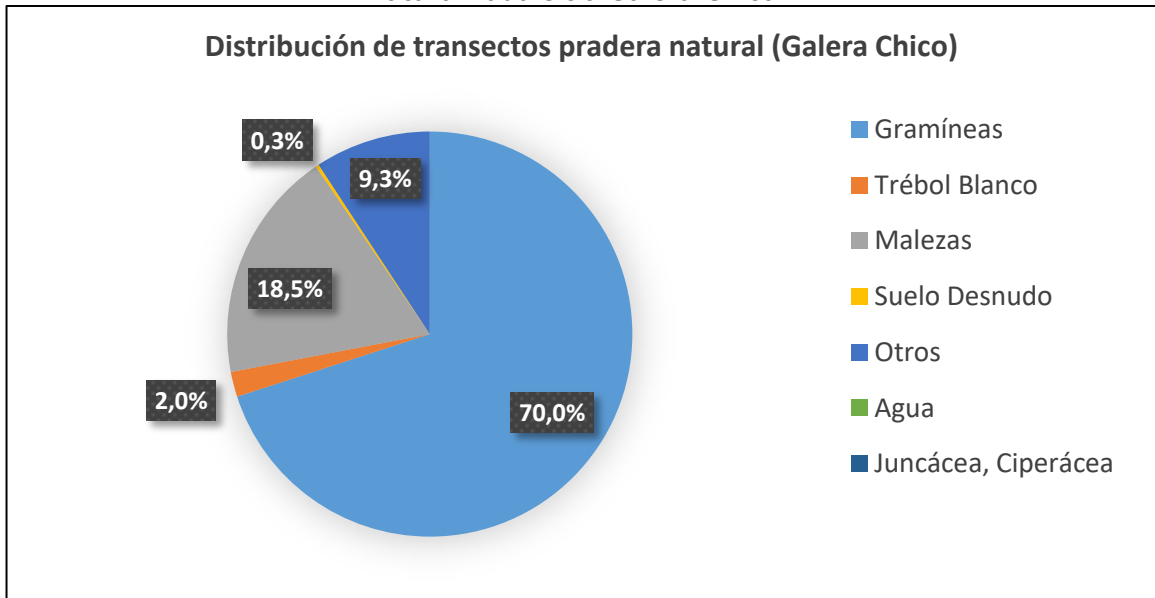
Tabla 6.47. Resumen de transectos evaluados en Galera Chico.

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	0,25
Mantillo, hojarasca, rama seca, raíz o tocón, bosta, material muerto	297	74,3	120	30	37	9,25
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).

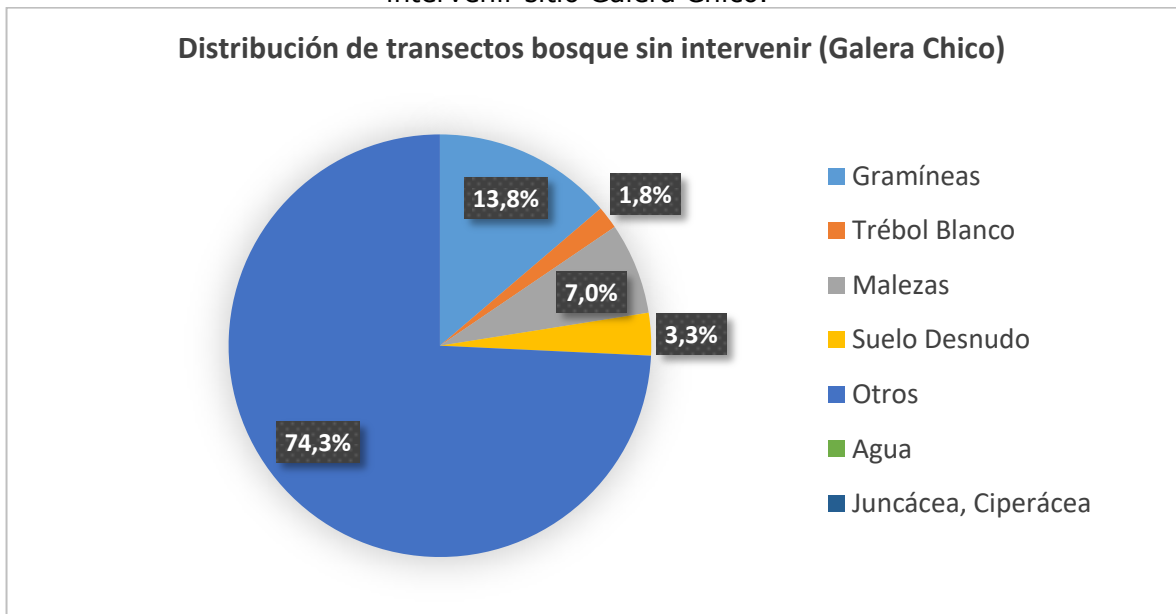


Gráfico 6.41. Distribución de parámetros evaluados en transectos pradera naturalizada sitio Galera Chico.



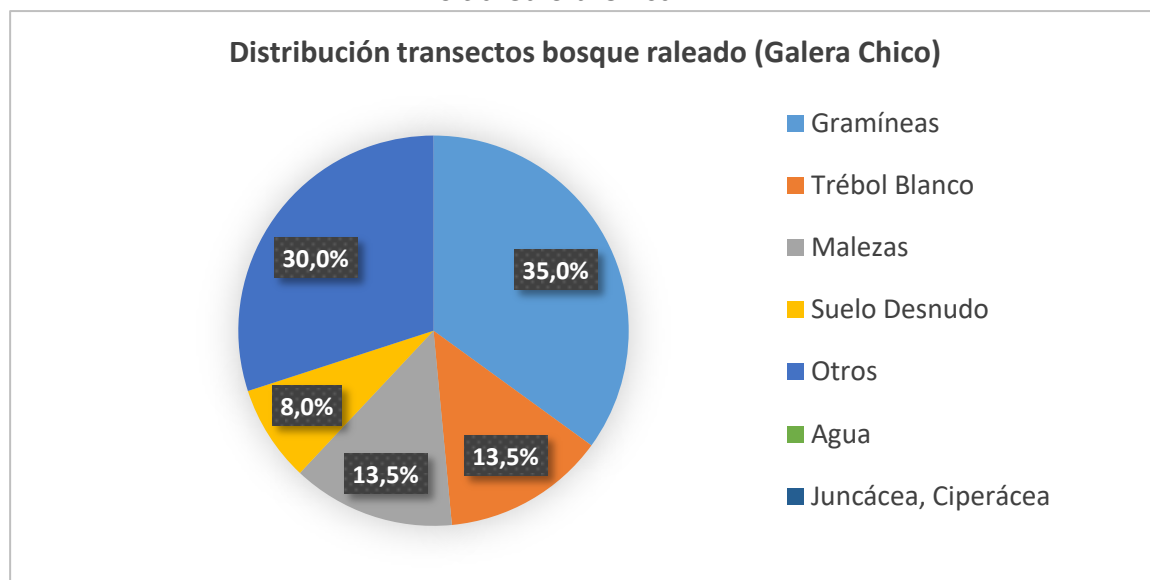
En el bosque sin intervenir (Tabla 6.43 y Gráfico 6.42) se aprecia que las gramíneas son esporádicas (13,8 %), generalmente representadas plantas individuales, dispersas y con hábitos característicos de sectores sombríos (tendencia a etiolarse). La especie más frecuente en este sector es la poa. Las principales malezas presentes son cadillo (*Acaena sp.*), diente león (*Taraxacum officinale*), y el 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%).

Gráfico 6.42. Distribución de parámetros evaluados en transectos bosque sin intervenir sitio Galera Chico.



En el sector del bosque raleado o manejado (Tabla 6.43 y Gráfico 6.43), la cubierta herbácea tiene mayor diversidad. Un componente mayoritario lo constituyen las especies gramíneas (*Holcus lanatus* pasto miel; y *Dactylis glomerata* pasto ovillo) con un 35 %. La presencia del componente "otros", constituido por raíz/tocón, hojarascas y material muerto representan 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%.

Gráfico 6.43. Distribución de parámetros evaluados en transectos bosque raleado sitio Galera Chico.



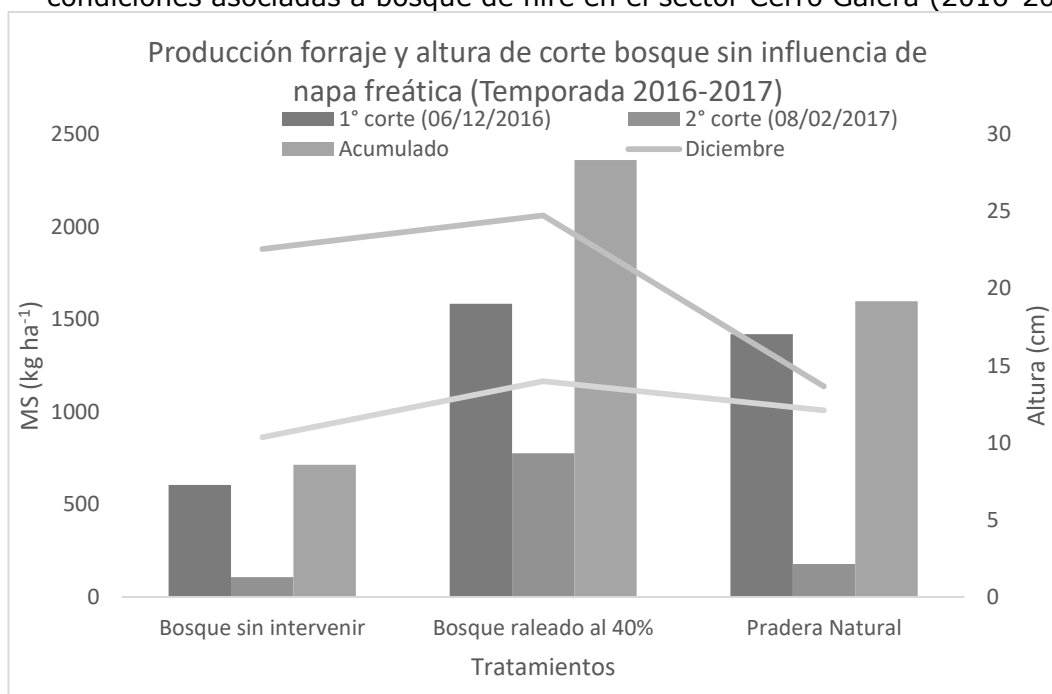
Estos transectos son importantes a la hora de extrapolar los datos de producción de materia seca obtenidos en jaulas, ya que entregan información respecto de cobertura y permiten de alguna manera ponderar las cifras obtenidas. Ello se analiza en el resumen de las tres temporadas.

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 están en promedio presentes sólo 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).



Gráfico 6.44. Producción de materia seca y altura de la estrata herbácea en tres condiciones asociadas a bosque de ñire en el sector Cerro Galera (2016-2017).



En el Gráfico 6.48 se muestran las producciones de materia seca medidas en dos mediciones realizadas en la temporada 2016-2017 en la localidad de Cerro Galera. 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 subcapítulo siguiente.

Tabla 6.48. Composición botánica de la estrata herbácea bajo tres condiciones en Galera Chico.

Temporada 2016-2017 (Composición Botánica %)						
Tratamiento	Corte	Gramíneas	Leguminosas	D. León	O. Malezas	M. Muerto
Bosque sin intervenir	1º	51,42	0,00	19,41	23,31	5,86
	2º	42,60	5,84	7,62	31,69	12,25
Bosque raleado al 40%	1º	50,17	9,70	35,32	2,11	2,70
	2º	51,65	24,70	15,95	0,72	6,98
Pradera Natural	1º	44,27	0,57	39,93	3,55	11,68
	2º	40,51	2,15	33,93	6,38	17,03



En la Tabla 6.44 se muestra la composición botánica de la estrata herbácea para la tercera temporada de mediciones en Cerro Galera. 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 fue muy importante 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 la Tabla 6.49 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 sólo 150 a algo más de 700 kg MS/ha 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 MS/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 en la segunda temporada de 3.800 kg MS/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 MS/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 MS/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.

Tabla 6.49. Resumen de producción de materia seca en jaulas de exclusión en tres temporadas en la localidad de Galera Chico (kg MS/ha equivalentes).

Tratamiento	Unidad	Temporada			Acumulado 3 años	Promedios \pm desvíos
		2014- 15	2015- 16	2016- 17		
Bosque sin Intervenir	Kg MS/ha	158	574	713	1445	482 \pm 289
Bosque raleado al 40%	Kg MS/ha	1.358	3.859	2.360	7577	2.526 \pm 1.259
Pradera Naturalizada	Kg MS/ha	1.069	3.815	1.597	6481	2.160 \pm 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 sólo presentaba alrededor de 9% de incidencia de superficie con suelo



desnudo o material no ligado a componentes vivos vegetales. Se tendría así aproximadamente 3.400 kg MS/ha de producción en la estrata herbácea (pradera). Con una utilización estimada de 60% se tiene una disponibilidad para consumo estimada en cerca de 2.100 kg MS/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 5-6 t MS/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.



6.8 DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA DEL PROYECTO

6.8.1 Jornada técnica para identificar y seleccionar los sitio para establecer las unidades demostrativas del proyecto.

Durante el mes de diciembre se realizó una jornada con el fin de consensuar el sitio donde será instalada la Unidad de Investigación Silvopastoral.

El lunes 16 de diciembre se realiza la primera reunión entre el equipo técnico de INFOR, el asesor internacional y co-investigador Dr. Pablo Peri y colegas del SAG y la Universidad de Magallanes. Posteriormente nos dirigimos con destino al sector El Blanco, donde se integraría Christian Hepp de INIA, para seguir la ruta con dirección al aeropuerto de Balmaceda, sector Puente Muñoz.

Visita predio 1.

Propietario: Roberto Muñoz

Ubicación: Comuna Coyhaique, camino a Balmaceda

Figura 6.10. Visita de participantes a predio Vista Hermosa, comuna de Coyhaique.





En la primera visita se recorrió un ñirantal de 60 años aproximadamente, en un sector húmedo relacionado a un mallín ubicado en el sector de Puente Muñoz.

En este sitio se discutió sobre la situación del bosque entre los asistentes, se aclararon varios conceptos sobre la dinámica de estos ecosistemas y su comportamiento en un marco de un posible manejo silvopastoral.

Visita predio 2.

Propietaria: Filadelfia de la Peña

Ubicación: Comuna Coyhaique, camino a Balmaceda

El segundo sector correspondió a una situación muy semejante a la anterior, con limitantes hídricas. El bosque posee alta variabilidad en el estado de desarrollo de los rodales, encontrando situaciones de baja densidad, con árboles manejados de gran altura y diámetro, situaciones edáficas más frágiles con alta densidad de árboles y bajas alturas.



Figura 6.11. Visita de participantes al predios de la Sra. Filadelfia de la Peña, comuna de Coyhaique.



Por las limitantes antes mencionadas, el sector fue desechado de la elección final.



Visita predio 3.

Propietario: Claudio Bambs

Ubicación: Comuna Coyhaique, sector Galera Chico

El tercer sitio visitado, correspondió a una situación muy diferente a las visitadas anteriormente, en este sitio ocurre un bosque de ñirre en un sitio sin influencia de napa freática (sitio más seco) ubicado en la zona de Galera Chico, corresponde a un bosque ubicado en la transición con la estepa.

Figura 6.12. Visita de predio Los Mallines, sector Cerro Galera, comuna de Coyhaique.



Visita predio 4.

Propietario: Inia Tamel Aike

Predio: Santa Elena

Al terminar las visitas de terrenos, el grupo de trabajo conformado por profesionales de INFOR, INIA, SAG, UMAG e INTA nos dirigimos a una reunión en el centro de INIA Tamel Aike. En este lugar se discutió y consensuó entre todos los asistentes el sitio que reúne todas las condiciones, para instalar la unidad de investigación demostrativa.

Los lugares escogidos fueron Predio 1 y 3, correspondientes a un sector húmedo y otro seco, con el fin de captar de mayor manera las diferencias y abarcar las situaciones contrastantes que sufren los propietarios. Esta interacción dio lugar a una serie de mejoras en la metodología la cual fue ajustada de tal forma que parece muy atractiva para el fondo financiable.



Figura 6.13. Visita a Centro Experimental Tamel Aike, comuna de Coyhaique.



El Martes 17 de diciembre en conjunto a Pablo P. sostuvimos una jornada de trabajo muy intensa, plasmando todo los aportes y comentarios que surgieron de la salida de campo del día anterior.

Como resultado de esa jornada fue redactada la nueva metodología (Capítulo 3), que fue consensuada con los asociados, con el asesor y con la entidad responsable y enviada a CONAF para la aprobación del fondo.



Ese mismo día en la tarde, se visitó uno de los sectores, con el objetivo operar en terreno las fotografías hemisféricas y calibrar el equipo de medición.

Figura 6.14. Visita a Centro Experimental Tamel Aike, comuna de Coyhaique.



6.8.2 Notas de prensa en periódicos regionales

INFOR

Investigan potencialidad de uso silvopastoral en bosques de ñirre de la Región de Aysén

El proyecto es ejecutado por el Instituto Forestal (INFOR) dependiente del Ministerio de Agricultura, y financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo que administra CONAF.

Determinar la potencialidad del uso silvopastoral en los bosques de ñirre de la Región de Aysén, es el objetivo de un nuevo proyecto iniciado por el Ministerio de Agricultura, a través de INFOR.

El subgerente de INFOR sede Patagonia, Iván Moya, explicó que la iniciativa se extenderá durante tres años con recursos del Fondo de Investigación del Bosque y apoyo del INIA, SAG y del investigador Pablo Peri, del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Río Gallegos, Argentina.

Pablo Peri asesor internacional del proyecto, indicó que el estudio buscará aportar con la experiencia que se ha recabado desde hace una década, en la Patagonia Argentina, en materia de sistemas silvopastorales, donde se combina praderas, ganado y árboles.

El director del proyecto e investigador de INFOR, Jaime Salinas, indicó que los bosques de ñirre durante largo tiempo han sido afectados gravemente por diferentes disturbios, tales como; incendios forestales, cortas selectivas y sobretalaje, llevándolos a una progresiva degradación. En el área de distribución natural, esta especie convive con una producción ganadera extensiva, sin un sistema de pastoreo controlado, lo que otorga fragilidad a los ecosistemas que lo compo-

nen. Se espera que el desarrollo, validación y aplicación de técnicas silvícolas adecuadas generará la permanencia y sustentabilidad del recurso ñirre y un incremento en la producción agropecuaria y forestal en pequeños propietarios de la Región de Aysén.

"En la región necesitamos generar el conocimiento sobre el manejo integrado de estos sistemas silvopastorales, sin alterar la permanencia del recurso forestal en el tiempo. El proyecto implica la instalación de una Unidad de Investigación en un predio ubicado camino a Balmaceda", detalló Jaime Salinas.

Una vez establecida la unidad, se procederá a evaluar una serie de ensayos que permitirán "definir pautas y recomendaciones técnicas para el manejo del ñirantal, en torno a cómo trabajar integralmente el componente arbóreo, bajo un marco silvopastoral, de forma amigable con el medio ambiente, con el ganado y considerando la producción del forraje de la pradera bajo el bosque, tras lo cual se realizarán actividades



de transferencia como jornadas técnicas en terreno, días de campo con productores y profesionales de distintas áreas".

Los antecedentes que se obtengan de la investigación se incorporarán en "un manual de fácil lectura para los productores, con los primeros fundamentos técnicos, pues estas son líneas de investigación de largo plazo y éste tema está comenzando en la región".

8

EL DIARIO DE AYSÉN

Coyhaique, Martes 15 de Julio de 2014

Crónica

Agro enfoca trabajo para potenciar el Ñirre

Tras una visita a un campo situado en la localidad de Balmaceda, directivos y profesionales de los servicios del agro de la Región de Aysén coincidieron en la potencialidad de los bosques de ñirre pertenecientes a pequeños propietarios para silvopastoreo, es decir, la combinación de árboles, praderas, ganado.

La actividad forma parte de una investigación a tres años llamada Pautas de Manejo Silvopastoral en Bosques de Nothofagus antártica (Ñire) en la Región de Aysén, que desarrolla Infor, con apoyo del SAG, Inia y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina con una inversión que supera los 43 millones de pesos del Fondo de Investigación del Bosque Nativo que administra Conaf.

En la jornada en Balmaceda participaron los directores regionales de Infor, Víctor Barrera, Indap, Marcelo Hernández, y SAG, Julio Cerda, junto a profesionales y técnicos del sector.

Víctor Barrera destacó que "estamos seguros que este proyecto será un gran aporte al trabajo diario de los productores y agricultores que cuentan con bosques de ñire en sus predios. Además, generará información relevante para nuevas investigaciones, lo que permitirá desarrollar proyectos aún más específicos, de acuerdo a las necesidades y características edafoclimáticas de nuestra región".

Potenciar su uso en labores de silvopastoreo es el objeto de trabajo desarrollado por servicios del agro a nivel regional y con profesionales del Inta de Argentina



El investigador INFOR y director del proyecto Jaime Salinas precisó que esta investigación permitirá "pautas de manejo silvícola para bosques de ñire, que viabilicen la producción silvopastoral sustentable. Buscamos determinar la potencialidad del uso silvopastoral en los bosques de ñire, a través de la investigación entre las interacciones de los componentes forestal, pradera y ganado bajo una ordenación silvopastoral, generando beneficios a los productores que desarrollen de buena forma estos sistemas de producción, a la vez permitirá determinar la superficie de bosques de ñire potencial para uso

silvopastoral y desarrollar las bases para la conservación de los recursos asociados a esta especie arbórea".

Julio Cerda Cordero acotó que esta información será un insumo para los sistemas de información geográfica que tiene el SAG. "Estamos trabajando muy coordinados entre todos los servicios, ya que este proyecto entregará herramientas concretas a los pequeños productores de nuestra región. Estamos dando los primeros avances con el único fin de entregar elementos concretos para el desarrollo productivo de la actividad silvoagropecuaria de Aysén".

En el predio visitado, se trata de un sitio de ñirantal en un sector húmedo relacionado a un mallín, donde se instalaron tres tratamientos. El primero sin limitación de luz, que correspondería a zonas donde el bosque ha sido talado o está naturalmente ausente. El segundo, corresponde a un tratamiento silvopastoral, que incluye raleo con distribución espacial homogénea y el tercero es un bosque original sin intervención.

Los antecedentes que se obtengan de la investigación se incorporarán en un manual de fácil lectura para los productores, con las primeras bases técnicas, pues estas son líneas de investigación de largo plazo y éste tema está comenzando en la región.



Organizan jornada técnica para potenciar uso del ñire en labores de silvopastoreo

- Mediante un trabajo dirigido por Infor, con apoyo de Conaf, INIA, SAG e Inta Argentina, se busca generar pautas de manejo silvopastoral en bosques de ñire de la Región de Aysén.

Coyhaique.- Tras una visita a un campo situado en la localidad de Balmaceda, directivos y profesionales de los servicios del agro de la Región de Aysén coincidieron en la potencialidad de los bosques de ñire pertenecientes a pequeños propietarios para silvopastoreo, es decir, la combinación de árboles, praderas, ganado.

La actividad forma parte de una investigación a tres años llamada Pautas de Manejo Silvopastoral en Bosques de *Nothofagus antarctica* (Ñire) en la Región de Aysén, que desarrolla Infor, con apoyo del SAG, INIA y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Inta), Argentina con una inversión que supera los 43 millones de pesos del Fondo de Investigación del Bosque Nativo que administra Conaf.

En la jornada participaron los directores regionales de Infor, Víctor Barrera, Indap, Marcelo Hernández, y SAG, Julio Cerda, junto a profesionales y técnicos del sector. Víctor Barrera destacó que «estamos seguros que este proyecto será un gran aporte al trabajo diario de los productores y agricultores que cuenten con bosques de ñire en sus predios. Además, generará información relevante para nuevas investigaciones, lo que permitirá desarrollar proyectos aún más específicos, de acuerdo a las necesidades y características edafoclimáticas de nuestra región».

El investigador Infor y director del proyecto Jaime Salinas precisó que esta investigación permitirá «pautas de manejo silvícola para bosques de ñire, que viabilicen la producción silvopastoral

sustentable. Buscamos determinar la potencialidad del uso silvopastoral en los bosques de ñire, a través de la investigación entre las interacciones de los componentes forestal, pradera y ganado bajo una ordenación silvopastoral, generando beneficios a los productores que desarrollen de buena forma estos sistemas de producción, a la vez per-

mitirá determinar la superficie de bosques de ñire potencial para uso silvopastoral y desarrollar las bases para la conservación de los recursos asociados a esta especie arbórea».

Julio Cerda Cordero acotó que esta información será un insumo para los sistemas de información geográfica que tiene el SAG. «Estamos trabajando muy coordinados entre todos los servicios, ya que este proyecto entregará herramientas concretas a los pequeños productores de nuestra región. Estamos dando los primeros avances con el único fin de entregar elementos concretos para el desarrollo productivo de la actividad silvopastoral de Aysén».

En el predio visitado, se trata de un sitio de



ñirantal en un sector húmedo relacionado a un mallín, donde se instalaron tres tratamientos. El primero sin limitación de luz, que correspondería a zonas donde el bosque ha sido talado o está naturalmente ausente. El segundo, corresponde a un tratamiento silvopastoral, que incluye raleo a distribución espacial homogénea y el tercero es un bosque original sin intervención.

Los antecedentes que se obtengan de la investigación se incorporarán en un manual de fácil lectura para los productores, con las primeras bases técnicas, pues estas son líneas de investigación de largo plazo y éste tema está comenzando en la región.

6

EL DIVISADERO, SABADO 28 DE SEPTIEMBRE DE 2013

REGIONAL

REGION DE AYSÉN

Profesionales del Infor asisten a reunión binacional sobre sistemas silvopastorales de la Patagonia

- Investigadores del Instituto Forestal sede Patagonia y del INTA Río Gallegos evaluaron los beneficios de los sistemas silvopastorales, como sistemas productivos sustentables para la Patagonia chilena y argentina.



Coyhaique.- Investigadores forestales del Ministerio de Agricultura, pertenecientes a Infor sede Patagonia y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina, intercambiaron conocimientos técnicos sobre los sistemas silvopastorales en la Patagonia, basados en la combinación de ñire, pradera y ganado.

El director regional de Infor, Iván Moya, explicó que en estos encuentros se intercambian conocimientos e información de ensayos realizados en la Patagonia chilena y argentina, siendo de gran importancia para un uso sustentable de áreas cubiertas con especies

naivas como el ñire, especie de los bosques andino-patagónicos, de gran plasticidad ecológica, al prosperar en ambientes con exceso de humedad, así como también en transiciones entre bosque y la estepa.

El investigador de INTA, Héctor Bahamonde afirmó que «como Área Forestal Silvopastoral del INTA Santa Cruz consideramos muy relevante la visita que hemos recibido de nuestros colegas del Infor Coyhaique, en el marco de un intercambio técnico sobre los sistemas silvopastorales en bosques de ñire. Creemos que este tipo de interacciones nos permitirá retroalimentarnos desde el conocimiento generado en la Patagonia chilena y argentina, de manera sinérgica entre ambos grupos de investigación».

El investigador de Infor Jaime Salinas, señaló que «muchas de las áreas boscosas de la región son y han sido usadas, desde inicios de la colonización, como campos de veranada para el ganado doméstico. En la actualidad, el manejo silvopastoral en bosques de ñire no está basado en sustentos científicos, sociales o ambientales, sino económicos, por lo que es difícil asegurar la sustentabilidad de bosques».

Añadió que, como una forma de aportar en esta temática, Infor ejecutará el proyecto de investigación «Pautas de Manejo Silvopastoral Para bosques de ñire en la Región de Aysén», financiado por el Fondo de

Investigación del Bosque Nativo que administra Conaf.

Este proyecto contará con la asesoría del destacado Doctor Pablo Peri, Ingeniero Forestal de gran experiencia en el manejo de bosques andino-patagónicos en Argentina quien, además, es académico de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral y jefe del grupo INTA Santa Cruz en el área forestal y Silvopastoral.

A nivel local, este proyecto contará con la participación de INIA Tamel Aike y del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) de la región, esto permitirá mantener un valioso intercambio de conocimientos entre los equipos profesionales y técnicos de todas estas instituciones, detalló el director del proyecto Jaime Salinas.

Dirigentes campesinos analizan junto a Indap actividad agropecuaria 2013

- Reunión se realizó en Puerto Aysén y fue encabezada por los secretarios regionales ministeriales de Agricultura y Desarrollo Social y el director regional



Se realizó taller internacional sobre el uso multipropósito en bosques de ñire

Cerca de 40 personas, fueron parte del primer Taller Internacional de Uso Multipropósito de los Bosques de Ñire en la región de Aysén, instancia que se llevó a cabo la semana recién pasada por el Instituto Forestal, Infor.

La actividad fue encabezada por los seremis de Agricultura, Horacio Velásquez y Medio Ambiente, Susana Figueroa; además de los investigadores de INTA (Argentina), Pablo Peri y el Ingeniero Francisco Mattenet, sumado a funcionarios de Conaf, SAG, Indap, INIA e Infor; profesionales del ámbito privado y productores.

Víctor Barrera, gerente de Infor Patagonia, destacó que "esta iniciativa se enmarca en nuestra línea de trabajo en bosque nativo y también en acercar las relaciones binacionales con pares como INTA y CIEFAP, relaciones

que serán reforzadas el 2017. En Argentina este tema lleva más de 20 años de investigación científica y aplicada, por lo que debemos aprender de estas experiencias, tomando como aprendizaje básico que las unidades silvopastoriles debemos visualizarlas a nivel predial integrado y no a nivel de rodal, siendo este tema planteado en el taller y entendido así por profesionales y productores locales que participaron".

Asimismo, Pablo Peri, Investigador de INTA, comentó que "en la región Patagónica surge la necesidad de compatibilizar la producción ganadera con la preservación del bosque de ñire. La gran mayoría de los ñirantales de Patagonia ya tienen animales, pastoreando con diferentes grados de tecnologías, manejos o simplemente haciendo

usos de la oferta forrajera sin un plan de manejo a mediano o largo plazo, siendo necesario tener pautas mínimas de manejo silvopastoral, basado en el conocimiento generado por el proyecto en la región".

Este encuentro estuvo enmarcado dentro del proyecto "Pautas de Manejo Silvopastoral para Bosques de Nothofagus antártica (Ñire) en la región de Aysén", financiado a partir del año 2013 por Conaf, a través del Fondo de Investigación del Bosque Nativo, y que tiene por objetivo definir bases técnicas para la aplicación sustentable de silvopastoreo en los bosques de ñire.

En tanto, Jaime Salinas, profesional de INFOR, indicó que "... Entre las conclusiones del taller se rescató que



es necesario formar una mesa o comité técnico asociado al manejo de bosque nativo con ganadería, con el fin de realizar y regular prácticas sustentables que valían en beneficio de los bosques de ñire en nuestra región".

6.8.3. Difusión radial

Se realizó difusión en diferentes medios radiales regionales, entre ellos radio Santa María y Radio Ventisqueros. En estos medios se da a conocer el proyecto de investigación hacia a comunidad.

Figura 6.15. Entrevista radial al Investigador responsable del proyecto.



6.8.4. Difusión y transferencia en las unidades demostrativas

La difusión ha sido expuesta a un público objetivo compuesto por profesionales y técnicos. Lo anterior, responde a posibles aportes al estudio que pueden realizar este grupo objetivo y de esta manera entregar la información validada y consolidada a los productores. Las diferentes formas de difundir los resultados preliminares y avances del proyecto han sido los siguientes: Visita a unidades demostrativas por parte de profesionales de entidades nacionales e internacionales. Esta actividad considero la participación de profesionales de INFOR (Concepción) y de otras instituciones (CIEFAP-Argentina, Factor Verde España).

Figura 6.16. Participación de profesionales de CIEFAP (Argentina), Factor Verde (España) e INFOR (Chile) en visita a unidad demostrativa silvopastoral.



En el mes de marzo visito la región el Sub director y la Gerente de I+D+i de INFOR quien realizó una auditoria interna del proyecto y controló el avance del mismo a través de una visita a terreno y reunión técnica.



Figura 6.17. Subdirector y Gerente I+D+i de INFOR en visita a unidad demostrativa silvopastoral.



Día de campo alumnos de Escuela Agrícola de la Patagonia y Universidad Austral.

Durante el mes de noviembre de 2015 más de 40 estudiantes de la Universidad Austral de Chile y la Escuela Agrícola de la Patagonia recorrieron ensayos implementados por INFOR en el sector de Balmaceda.

Como experiencias valiosas de replicar, fueron considerados los sistemas silvopastorales conocidos por 40 alumnos de enseñanza media y superior en un Día de Campo organizado por el Instituto Forestal (INFOR) sede Patagonia.

La jornada se realizó en el marco del proyecto "*Pautas de Manejo Silvopastoral para Bosques de Ñirre en la Región de Aysén*", financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN) y estuvo centrada en la investigación de sistemas silvopastorales en bosques de ñirre, considerando dos charlas técnicas; la primera a cargo del profesional de CONAF Juan Carlos Cisternas, quien se refirió a la normativa forestal vigente con énfasis en la Ley N° 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. Posteriormente el investigador de INFOR y encargado del proyecto Sr. Jaime Salinas dio a conocer los resultados preliminares de la investigación relacionada al proyecto *pautas de manejo silvopastoral en bosques de ñirre*.



Figura 6.18. Presentación de un set de fotografías de la actividad de difusión y transferencia tecnológica, sector Balmaceda, Chile.







La experiencia regional demuestra que los sistemas silvopastorales generan buenos resultados. Si bien el proyecto de investigación aún no finaliza, se está generando información valiosa y resultados esperanzadores para desarrollar prácticas silvopastorales en bosques de ñirre. Esta es una buena



oportunidad para incentivar el manejo del bosque nativo, sobre todo en renovales de ñirre, que hoy en día están siendo afectados por distintos tipos de disturbios (incendios, tala ilegal, sobrepastoreo). La interacción de árboles, praderas y ganado genera beneficios económicos, por la madera que se obtiene de los árboles y en los animales, por la ganancia de peso que, en algunos casos, incluso es mayor que en praderas tradicionales”, para lograr lo anterior es necesario la mantención y manejo adecuado del bosque y no convertirlo en una pradera detalló Jaime Salinas.

El Gerente de INFOR Sede Patagonia Víctor Barrera, indica que el silvopastoreo es un sistema de manejo del suelo que combina en una misma unidad de superficie árboles con pasturas bajo pastoreo de ganado. Es decir, es el desarrollo de un sistema que permite una interacción armónica entre árbol-pradera-animal y en este contexto el Instituto Forestal sede Patagonia lleva cerca de 15 años realizando investigación aplicada y liderando el tema silvopastoral en la región, a través del Centro Agroforestal de la Patagonia (CAP).

En un predio de la localidad de Balmaceda se realizó una actividad práctica con los alumnos, que consistió en conocer cuatro estaciones de análisis y medición de ensayos silvopastorales. En cada estación había un profesional tutor; en la primera estación los alumnos conocieron sobre variables dasométricas para evaluar bosques, en la segunda estación se trabajó con fotografías hemisféricas, la tercera estación consistió en evaluar la composición botánica de la pradera y finalmente se realizó una estación sobre análisis fustal. Los alumnos cada 30 minutos fueron rotando por cada estación, con el fin de aprender cada experiencia.

Finalmente la estudiante de 3° año A de la Escuela Agrícola de la Patagonia Javiera Bachman comentó “la actividad fue bien enfocada a lo que INFOR se dedica, nos mostraron los procesos súper detallados en el proyecto de silvopastoreo, nos sirve la experiencia para enfrentar los ramos que se nos vienen el próximo año”.

6.8.5. Presentación de resultados preliminares en Jornadas Técnicas

a) Jornada técnica del FIBN en Punta Arenas y Coyhaique

Durante el transcurso del proyecto se realizaron dos jornadas técnicas organizadas por el FIBN. En estas jornadas se presentaron todos los proyectos financiados por el fondo en las regiones de Aysén y Magallanes. En cada jornada se presentó el proyecto (022/2013) a profesionales y extensionistas de CONAF, a través de una charla técnica de los avances y resultados preliminares del proyecto acompañado de la visita a una de las dos unidades demostrativas en la ciudad de Coyhaique.



Figura 6.19. Presentación de proyecto en jornada técnica del FIBN (superior). Vista a unidades de investigación silvopastoral sector Balmaceda (inferior).



6.8.6. Congresos Nacionales e Internacionales

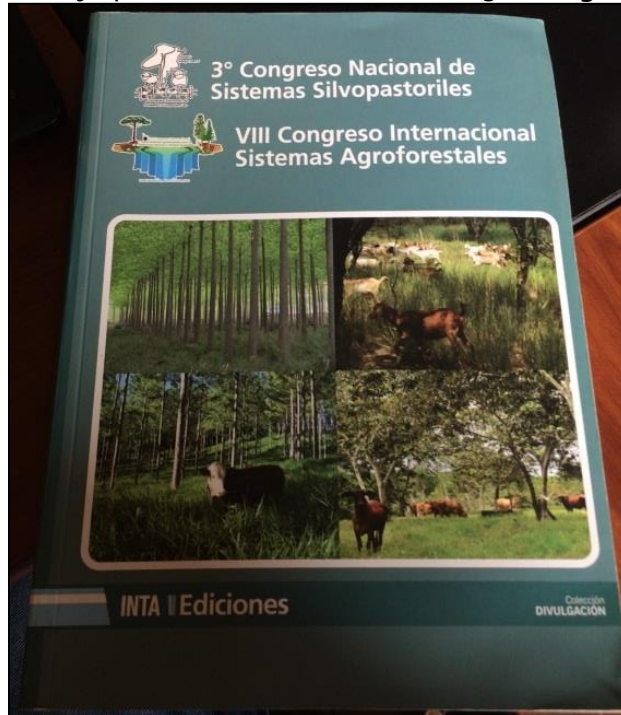
a) VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales y III Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles 2015, Iguazú, Argentina.

Otra actividad de difusión fue la participación del Investigador responsable en el VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales y III Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. El IR presentó el trabajo "*Evaluación de un raleo bajo enfoque silvopastoral, en un renoval de *Nothofagus antarctica* (ñirre) en la Patagonia Chilena*" El evento fue realizado en la ciudad de Iguazú, Misiones, Argentina entre el 7 y 9 de mayo. Al mismo



tiempo se invitó al IR a ser parte del comité científico para evaluar los trabajos del congreso.

Figura 6.20. Trabajo presentado en acta del Congreso Iguzú, Argentina.



Area 1: Producción agropecuaria y forestal en los sistemas silvopastoriles y agroforestales

Evaluación de un raleo bajo enfoque silvopastoral, en un renovo de *Nothofagus antarctica* (ñire) en la Patagonia Chilena

Salinas, J.*¹; Sotomayor, A.¹; Perí, P.L.²; Acuña, B.¹

Resumen

En la Región de Aysén (Patagonia chilena) existen cerca de 109.000 ha de bosques de *Nothofagus antarctica* (ñire), estos ecosistemas están clasificados dentro del Tipo Forestal Lengua. Esta especie presenta polimorfismo intraespecífico, el cual se ha asociado a una adaptación frente a los distintos biotopos, modificando su cuerpo vegetativo y adoptando distintas formas de vida, tales como; (i) arborescente, (ii) arbustivo achaparrado y (iii) caméfito. El principal uso de estos bosques es la producción de leña y postes. Paralelamente el pastoreo de animales domésticos es una práctica común en estos sitios, sin embargo, se desconoce el verdadero potencial para uso silvopastoral que presentan los firantales, sumado a esto, en la legislación forestal vigente no se dispone de planes de manejo bajo un enfoque silvopastoral para fomentar la actividad. El presente trabajo presenta datos preliminares de la estructura antes y después de un raleo por lo bajo en un bosque puro de ñire (altura dominante media 9,9 m), ubicado en un sitio húmedo relacionado a un mallín distante 45 km de la ciudad de Coyhaique, Chile. La evaluación dasométrica consideró 10 parcelas circulares de 100 m² distribuidas en forma aleatoria. La densidad antes de la intervención fue de 5.630 árboles ha⁻¹, con un diámetro medio cuadrático (DMC) de 10,3 cm. Durante el año 2014, se realizó un raleo con una intensidad de 34% del área basal, hasta llegar a una densidad residual de 2.270 árboles ha⁻¹ que permitió incrementar el DMC a 12,9 cm.

Palabras claves: Sistema silvopastoral, bosque nativo, leña.

Evaluation of a thinning under silvopastoral approach in a *Nothofagus antarctica* (ñire) in Chilean Patagonia.

Abstract

In the Region of Aysén (Chilean Patagonia) there are about 109,000 ha of *Nothofagus antarctica* (ñire) forest (firantales), these ecosystems are classified as lengua forest type. This species presents intra-specific polymorphism, which has adapted to the different biotopes, modifying its vegetative body and adopting different forms of life, such as; (i) tree-like, (ii) scrubby bush (iii) chamaephyte. The main use of these forests is the production of firewood and posts. At the same time, the pasture of domestic animals is a common practice in these places, nevertheless, the real potential silvopastoral use that the firantales represent is unknown. In addition to this, the current forest legislation does not include plans of usage under a silvopastoral approach to encourage the activity. The present work presents preliminary information of the structure before and after of thinning the lower part in a pure forest of ñire (average domineering height 9.9 m), located in a humid place related to a mallín distant 45 km of the city of Coyhaique, Chile. The dasometric evaluation considered 10 circular plots of 100 m² distributed in random form. The thickness before the intervention was 5.630 trees ha⁻¹, with an average diameter quadratic (DMC) of 10.3 cm. During the year 2014, a thinning was done with an intensity of 34% of the basal area, up to coming to a residual thickness of 2.270 trees ha⁻¹ that the DMC allowed to increase to 12.9 cm.

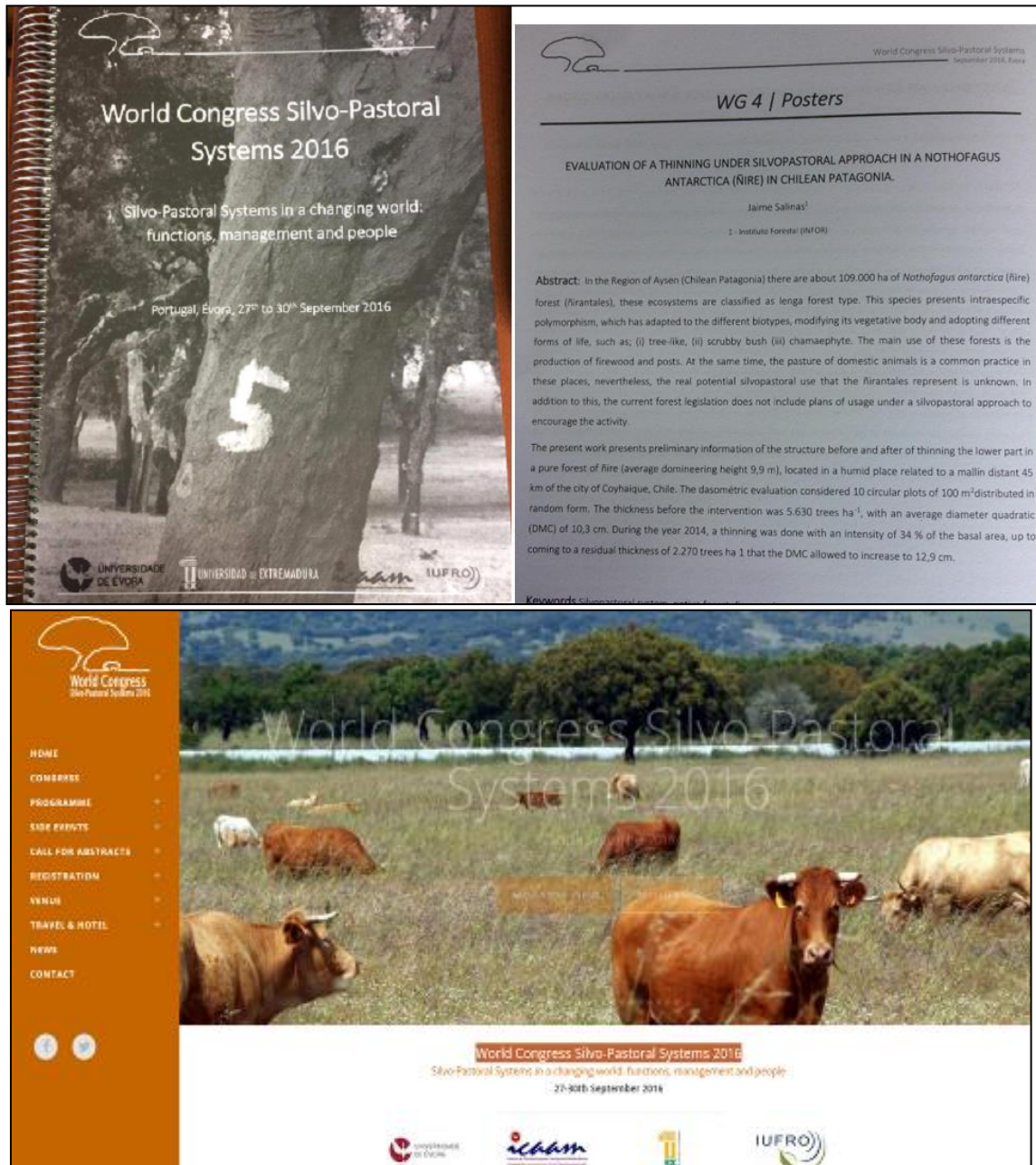
Keywords: Silvopastoral system, native forest, firewood.



b) World Congress Silvo-pastoral Systems 2016, Evora, Portugal.

Durante el mes de enero se recibió una invitación por parte de la comisión organizadora del World Congress Silvo-Pastoral Systems 2016 a realizarse en septiembre del presente año en la ciudad de Évora, Portugal. Esta relevante actividad reúne a científicos de todo el mundo que se reúnen a estudiar los sistemas silvopastorales y a actualizar los avances en torno al tema.

Figura 6.21. Trabajo presentado en acta del Congreso (superior). Página principal del Congreso Silvopastoral mundial (inferior).



En esta oportunidad se envió y fue seleccionado un trabajo que presenta una experiencia de manejo silvopastoral en bosques de ñirre el cual lleva por título "*Evaluation of a thinning under silvopastoral approach in a Nothofagus antarctica (ñirre) in Chilean Patagonia*" y se consideró como una excelente vitrina para difundir los avances preliminares del proyecto y recibir retroalimentación de los principales actores en la temática silvopastoral.

c) Congreso Internacional Agroforestal Patagónico 2016, Puerto Natales, Chile.

Entre el 13 y 15 del mes de diciembre se realizó el III Congreso Internacional Agroforestal Patagónico en la ciudad de Puerto Natales. El evento convocó a diversos profesionales y científicos vinculados a la agroforestería a nivel nacional e internacional. El objetivo fue difundir y transferir conocimientos científico-tecnológicos sobre el avance de los Sistemas Agroforestales y su implementación en la Patagonia Chilena y Argentina. En esta oportunidad se presentaron los avances preliminares del proyecto 002/2013.

Figura 6.22. Fotografía grupal de los asistentes al Congreso Internacional Agroforestal, Puerto Natales, Chile.



6.8.7. Publicaciones

a) Libros

- Silvopastoral Systems in Southern South America, Springer

A Inicios del año 2014 se recibió una invitación por parte de PhD. (Ing. Ftal.) Pablo Luis Peri del UNPA-INTA-CONICET y Dr. P.K. Ramachandran Nair, Profesor Emérito de Agroforestería de la Universidad de Florida de EEUU, y fundador de la Revista Agroforestry Systems -principal revista ISI en esta área-; para participar como autores del libro "*Silvopastoral Systems in Southern South America*".

Figura 6.23. Fotografía de la portada y el capítulo *Silvopastoral Systems in the Aysén and Magallanes Regions of the Chilean Patagonia*, Springer.



El libro fue editado por Springer, una de las más prestigiosas editoriales a nivel mundial. Este volumen de varios autores contiene capítulos revisados por los principales expertos en el tema silvopastoral en el sur de América (Argentina, Chile y el sur de Brasil). Es un compendio de artículos originales de investigación, estudios de casos y reseñas regionales y resume el estado actual de los conocimientos sobre los diferentes componentes y aspectos (producción de pastos, producción animal, producción de árboles, la captura de carbono, conservación, ecología) de los sistemas silvopastorales en bosques nativos y plantaciones. El libro es único sobre este tema en América del Sur y constituye un valioso material de referencia para los estudiantes



graduados, profesores, científicos y extensionistas que trabajan con sistemas silvopastorales.

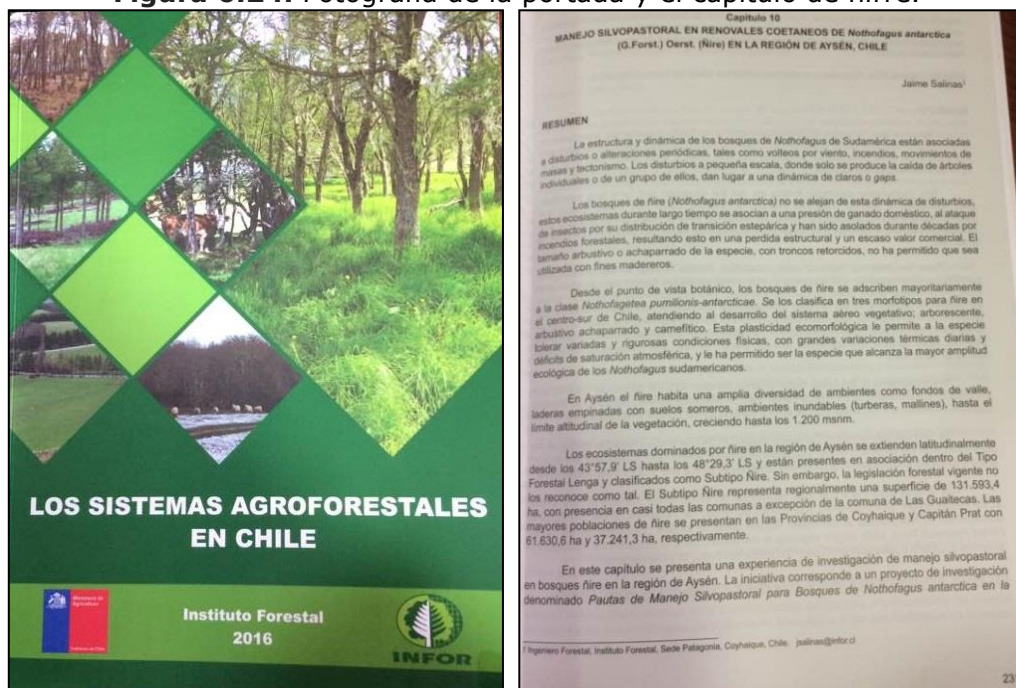
De esta forma, la participación del Investigador Responsable se tradujo a través del capítulo N° 9 denominado "*Silvopastoral Systems in the Aysén and Magallanes Regions of the Chilean Patagonia*" donde participaron además los co-investigadores Álvaro Sotomayor e Iván Moya. En este trabajo se mostraron experiencias de silvopastoreo en plantaciones forestales de la ciudad de Coyhaique y bosques nativos de lenga y ñirre ubicados en la zona sur austral de Chile de las regiones de Aysén y Magallanes.

Este libro internacional tendrá un gran alcance para académicos, investigadores, estudiantes, extensionistas, consultores y productores de todo el mundo, además, al ser evaluados por pares expertos en la materia, la investigación toma mayor relevancia.

- Los Sistemas Agroforestales en Chile, INFOR

Durante el 2015 se trabajó en la elaboración del Libro "*Los Sistemas Agroforestales en Chile*" editado por INFOR y con la colaboración de diversas organizaciones públicas y privadas. En este libro se exponen diversas experiencias con sistemas agroforestales en el país, como la utilización del tamarugo y algarrobo en el norte, pino radiata, nogal castaño, pino piñonero y otras en la zona central y sistemas combinados con pino ponderosa, radial, ñirre y lenga en la zona sur austral. En esta oportunidad el IR aportó con un capítulo dedicado a manejo silvopastoral en ñirre.

Figura 6.24. Fotografía de la portada y el capítulo de ñirre.

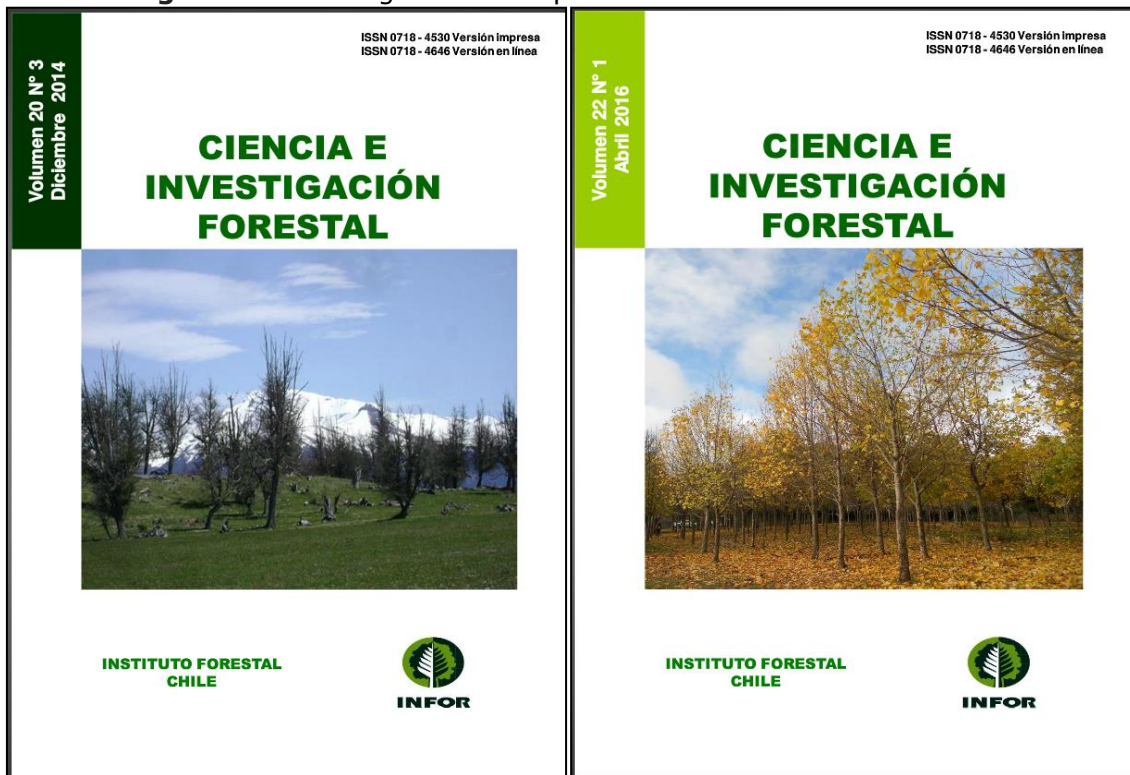


b) Artículos científicos

- Publicación en revista Ciencia e Investigación Forestal (CIFOR)

La revista Ciencia e Investigación Forestal (CIFOR), es una revista editada por INFOR que aporta al desarrollo forestal a través de publicaciones de científicos nacionales e internacionales. En el marco del proyecto 022/2013, se realizaron dos publicaciones de trabajos relacionados directamente con el foco del proyecto. La primera publicación en el año 2014 en el Volumen 20 N°3 denominada "Propagación Sexual y Asexual de *Nothofagus antarctica* (ñirre) en la región de Aysén", otra publicación realizada en el año 2016 en el marco del presente proyecto fue el trabajo denominado "Experiencia de manejo silvopastoral en dos renovales coetáneos de *Nothofagus antarctica* (G.Forst.) Oerst. (ñirre) en la Región de Aysén, Chile".

Figura 6.25. Fotografía de las portadas de los artículos técnicos.



6.8.7. Taller internacional de uso multipropósito de los bosques de ñirre en la región de Aysén.

A continuación se presenta la minuta de difusión del taller internacional de usos multipropósito de los bosques de ñirre, realizado en la ciudad de Coyhaique el día 15 de Noviembre de 2016 en el Salón Auditorio de la Universidad de Aysén ubicada en General Parra N°101, Coyhaique.

Jornada en Salón

La distribución natural de los bosques de ñirre convive con la ganadería, lo que provoca una fuerte presión a la regeneración y perpetuidad del bosque, exhibiendo fragmentación y envejecimiento de los ñirrales. Esta es una problemática real que es necesario abordar de forma conjunta.

El día martes 15 del presente el Instituto Forestal llevó a cabo el I Taller Internacional de Uso Multipropósito de los Bosques de Ñirre en la Región de Aysén. Conto con la participación los investigadores Dr. Pablo Peri y el Ingeniero Francisco Mattenet de Provincia de Santa Cruz, Argentina. Ambos trabajan en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

La jornada contó con la participación de 37 personas, entre ellos el Seremi de Agricultura Sr. Horacio Velásquez, la Seremi de Medio Ambiente Susana Figueroa, profesionales de los servicios públicos asociados al Ministerio de Agricultura (CONAF, SAG, INDAP, INIA e INFOR), profesionales del ámbito privado y productores.

Este encuentro estuvo enmarcado dentro del proyecto 022/2013 "Pautas de Manejo Silvopastoral

para Bosques de *Nothofagus antarctica* (ñirre) en la Región de Aysén", que tiene por objetivo definir bases técnicas para la aplicación sustentable de silvopastoreo en los bosques de ñirre. Este proyecto fue financiado a partir del año 2013 por CONAF a través del Fondo de Investigación del Bosque Nativo y tiene una fecha de término a fines de marzo de 2017.

Después de las palabras de autoridades locales, se da inicio a las charlas referentes al medio regional. La primera ponencia estuvo a cargo del investigador de INFOR Sede Patagonia y jefe de proyecto Sr. Jaime Salinas, quien expuso sobre los avances y resultados a la fecha del proyecto 022/2013: "Pautas de Manejo Silvopastoral para Bosques de *Nothofagus antarctica* (ñirre) en la Región de Aysén".

En esta charla se presentan los resultados de los raleos aplicados en dos condiciones de bosques de ñirre y la influencia de esta actividad silvícola en los parámetros forestales, también se releva la adaptación que posee el ñirre para soportar disturbios tales como incendios forestales, floreo y ganadearía extensiva, a la vez se destaca la importancia de



mantener el bosque de ñirre bajo uso silvopastoral, y de buscar estrategias silvícolas para que la regeneración natural o agamica pueda establecerse y permanecer en estos ecosistemas.

En términos de crecimiento de los ñirrales presentaron una importante respuesta al raleo. En la condición de mallín se extrajo el 37% del área basal y el incremento en diámetro para el tratamiento silvopastoral fue de $0,3 \text{ cm.año}^{-1}$ en comparación con $0,15 \text{ cm.año}^{-1}$ del tratamiento testigo. Mayor incremento se observó en el sitio seco, donde se extrajo el 45% del área basal y se observó un incremento de $0,57 \text{ cm.año}^{-1}$ en el tratamiento silvopastoral en comparación con el bosque sin intervenir donde el ñirre crece a una reducida tasa de $0,13 \text{ cm.año}^{-1}$.



Posteriormente y en relación al mismo proyecto, se presenta la exposición del investigador de INIA Tamel Aike Christian Hepp quien está a cargo de la parte praterse y edáfica asociada al proyecto de investigación.

En su charla nos mostró la dinámica de productividad evaluada para las condiciones de

bosque de ñirre sin intervenir (testigo forestal), bosque manejado (silvopastoral) y la pradera natural en dos condiciones contrastantes de sitio.



Los resultados entregan valiosas conclusiones, ya que se manifiesta que debido a la apertura del dosel producto del raleo y la entrada de luz al suelo, se provoca una activación de las semillas que se encuentran en dormancia lo que produce un aumento de productividad (kg MS.ha^{-1}) de 10 veces más que el sitio sin intervención y una proporción mayor de especies leguminosas en el sotobosque en comparación con el *Testigo Forestal* y la pradera natural, ambos resultados derivan de la condición de mallín.



En la condición seca del ñirral se observó que la productividad de la estrata herbácea del bosque



raleado supero a la pradera en una temporada de evaluación.

Posteriormente Pablo Peri presenta los lineamientos futuros para los bosques de ñirre desde los resultados del proyecto, clasificándolos en:

1. Continuidad de mediciones sobre regeneración bajo uso silvopastoral.
2. Realizar estudios a escala real de producción (predio) especialmente en el manejo componente animal.
3. Esquema de manejo silvícola del bosque de ñirre (ciclo completo).
4. Inventario Forestal regional de bosques de ñirre.
5. Valor agregado de los bosques de ñirre bajo uso silvopastoral (maderero y no maderero).
6. Cuantificación de servicios ecosistémicos.
7. Diseño regional de Conservación y Manejo.
8. Sistema de monitoreo a través de indicadores de fácil medición y que abarque aspectos productivos, socioeconómicos y ambientales.



Con la presentación de los lineamientos futuros del proyecto y las consultas y comentarios de los participantes termina la primera sesión de la mañana, para

comenzar con la charla de Pablo Peri después del coffe break.

La segunda jornada se inicia con la siguiente presentación **“Sistemas silvopastorales en bosques de *Nothofagus antarctica* (ñirre)” Actualidad y desafíos para la región de Aysén**”. A cargo del Dr. Pablo Peri quien con su vasta experiencia, expone de forma acabada la experiencia silvopastoral en la zona patagónica del país vecino.

En la charla se expone la experiencia de 18 años de estudio ininterrumpido en torno al manejo silvopastoral de los bosques de ñirre, sus interacciones entre los componentes bosque, ganado y pradera. Entre los aspectos relevantes de la presentación destaca la investigación de largo plazo, no podemos evaluar ensayos 1 o 3 años, es necesario mantener un horizonte mayor para la toma de decisiones.



Por otro lado, la escala es importante a la hora de estudiar los bosques de ñirre, siendo indispensable realizar estudios a escala predial. También se detalló en la presentación que no todo el bosque de ñirre califica como silvopastoral, existen zonas de



protección por pendiente, zonas de conservación de la biodiversidad, zonas de protección de cursos de agua entre otros.

Posteriormente se realiza la charla denominada **“Productos Forestales no Madereros (PFNM) sobre un bosque de *Nothofagus antarctica* ñirre bajo sistema silvopastoril”** a cargo del profesional de INTA Francisco Mattenet.



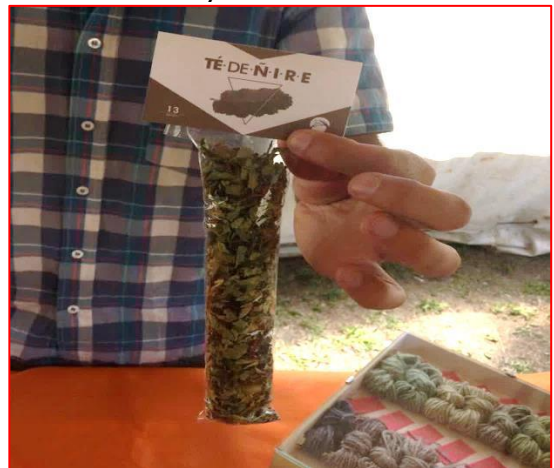
Los PFNM son definidos por la FAO como “bienes de origen biológico distinto de la madera, procedentes de los bosques, de otros terrenos arbolados y de árboles situados fuera de los bosques”, como alimentos y aditivos alimentarios, plantas ornamentales y medicinales, esencias, aceites, fibras y colorantes.

Francisco nos presenta como a través de los PFNM, se puede agregar valor al bosque de ñirre bajo un uso silvopastoril. El uso tradicional del bosque de ñirre es la producción de leña, en menor medida postes y uso ganadero al interior del bosque.



Es posible que por la característica particular de la veta bicolor (diferenciación característico en el color de la albura y duramen) de la madera de ñirre, su tortuosidad de su fuste pueda crearse un mercado de madera corta de alto valor para la fabricación de muebles finos y pisos parquet.

El Ingeniero Francisco M. nos presentó distintos usos y productos posible de obtener del ñirre, entre ellos teñido de lanas, licor de ñirre y te de ñirre.



Jornada de terreno

Durante la jornada de la tarde se realizó una visita a terreno con el fin de visitar los dos ensayos implementados por el proyecto. El primer ensayo está ubicado en el sector Puente Muñoz km 45 camino a Balmaceda, en el predio del Sr. Roberto Muñoz se ubica el ensayo en condición de sitio de mallín.

En este predio se seleccionaron tres sectores; el primero una condición de pradera naturalizada, el segundo sitio corresponde al bosque original con cobertura completa (testigo forestal) y el tercer sitio aledaño fue llevado a raleo (silvopastoral) con una extracción del 37% del área basal, un raleo moderado producto de las condiciones más frágiles en comparación con otros sitios.

El efecto del raleo en los árboles de ñirre provocó un incremento de un 30% del diámetro medio cuadrático (DMC), privilegiando la corta de intermedios y suprimidos. Los incrementos en diámetro para el bosque raleado y el testigo fueron de 0,3 y 0,15 cm.año⁻¹ respectivamente.



Por otro lado, por efecto de la apertura del dosel (raleo), la estrata herbácea provocó un aumento en su productividad, desde cerca de 250 kg MS.ha⁻¹ hasta alcanzar \approx 2500 kg MS.ha⁻¹.

El segundo ensayo visitado fue en el predio Los Mallines de propiedad del Sr. Claudio Bambs que está ubicado en el camino a Galera Chico. En este ñirantal de condición seca cercano a la estepa se realizó un raleo más intenso, eliminando un 40% del área basal, lo que produjo un aumento del 15% del DMC. Este efecto de la intervención provocó incrementos en DMC de 0,57 cm.año⁻¹ en comparación con el bosque sin manejo que solo crece 0,13 cm.año⁻¹.



7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1. Estructura forestal y raleos

La aplicación de raleos sucesivos en bosques de ñirre (*Nothofagus antarctica*) en épocas tempranas son relevantes para concentrar el crecimiento en individuos selectos, evitando la competencia y muerte natural de estos bosques. Es posible aplicar estos tratamientos silvícolas a través de la Ley N° 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, de esta forma incentivar el manejo regional de ñirantales y rejuvenecer este tipo de formaciones.

Los raleos presentaron diferente intensidad que fueron cercanas a las que se recomienda aplicar en sistemas silvopastoriles 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⁻¹ en una condición de ñirantal más seco ubicado en la transición del bosque con la estepa patagónica. Mientras que en una condición de mallín temporal se realizó un raleo más moderado que removió el 37% de AB original, cosechando un total de 85,9 m³.ha⁻¹, información de producción de leña después del raleo en la zona de Esquel son reportados por Hansen (2004) quien obtuvo 130 m³.ha⁻¹.

Tabla 7.1 Promedios y desvíos de las principales variables de la estructura pre y post raleo para los sitios de Galera Chico y Balmaceda, comuna de Coyhaique, Chile.

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

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

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 (±0,3) y 0,3 (±0,05) cm año⁻¹ para los sitios Galera Chico y Balmaceda respectivamente en comparación al bosque sin manejo donde solo se registraron incrementos de 0,13 cm.año⁻¹ (±0,10) y 0,15 cm.año⁻¹ (±0,01) para los mismos sitios respectivamente. El valor observado en el raleo silvopastoral de Cerro Galera es incluso mayor al datos informados 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^{-1} . Por otro lado, en la Provincia de Chubut (Argentina) un trabajo de Sarasola *et al.* 2008 observó una buena respuesta en el crecimiento de ñirantales raleados, registrando un aumento del crecimiento diamétrico hasta un 200%, por otro lado, Ivancich *et al.* 2011 encontró incremento diamétrico luego de una temporada de crecimiento fue de $0,21 \text{ cm.año}^{-1}$ ($\pm 0,05$) y $0,23 \text{ cm.año}^{-1}$ ($\pm 0,02$) para la menor y mayor intensidad de raleo respectivamente, contrastando contra $0,13 \text{ cm.año}^{-1}$ ($\pm 0,02$) del rodal testigo, valor similar a los entregados por este proyecto.

7.2. Cobertura de copa y análisis lumínico del dosel

Existe discrepancia en la actualidad sobre que 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 ñire ante la realización de este tipo de manejo (e.g., Ivancich *et al.*, 2010; 2012; Peri *et al.*, 2012; 2013; Martínez Pastur *et al.*, 2013a; 2013b). Por un lado, 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 (p.e. 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).

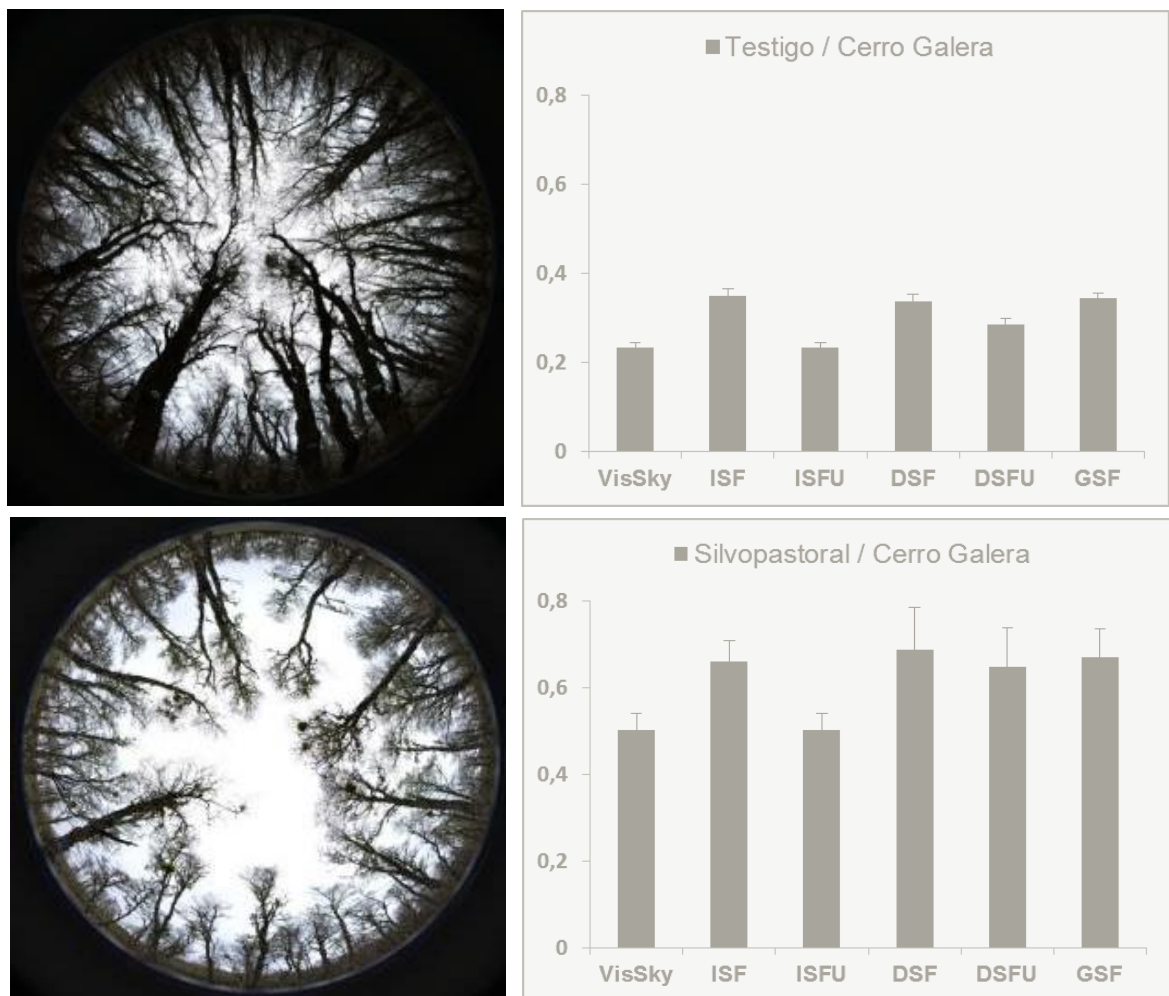
El uso de fotografías en el estudio de bosques ha presentado grandes ventajas en la aplicación de ensayos. Para el caso de las unidades estudiadas permitió describir la situación de cobertura del dosel antes y después del raleo. La cobertura que se obtuvo antes de la intervención fue 72,5% y 71,4% para los sitios Galera Chico y Balmaceda respectivamente. Soler Esteban *et al.* (2010) registraron una cobertura de copa (CC) del 85% para bosques secundarios en Tierra del Fuego (Argentina). Por otro lado, en bosques primarios de ñire sin manejo de la provincia de Santa Cruz con DCM entre 20 y 27 cm se han registrado CC de entre 90 y 98% (Peri *et al.* 2005). Menores registros de CC entrega Ivancich *et al.* 2010 quien registra coberturas entre 57,9 y 63% para bosques de ñire 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), quien recomienda en sitios con un régimen de precipitación favorable o ñirantales con alturas dominantes superior a los 8 m, dejar 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 regímenes lumínicos al interior del bosque, que provocan cambios en la composición de las especies de los estratos inferiores, principalmente 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.

Figura 7.1. Parámetros lumínicos de fotografías hemisféricas de un bosque de N. antártica en dos condiciones de CC, Coyhaique, Chile.



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.* (2006a), 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. Razón por la cual es necesario considerar estos parámetros como fundamentales al realizar esquemas silvícolas y tomar decisiones sobre el bosque residual.

7.3. Continuidad del estrato arbóreo

La continuidad del bosque en el marco del manejo silvopastoral es primordial, bajo este paradigma 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 reproducción agamica en crecimiento de tocones.

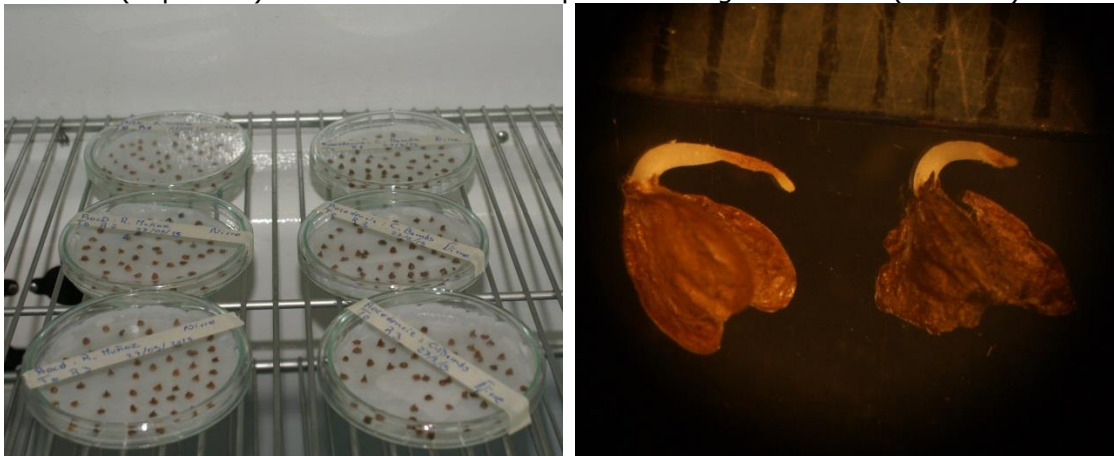
El tamaño de las semillas (peso de 1.000 semillas, ISTA) vario entre los años de medición, confirmando la variación interanual en el tamaño entre sitios y años registrada por (Bahamonde *et al.* 2011). Se registraron tamaños de 1,27 g, 1,45 g, 0,76 g, para los años 2014, 2015 y 2016 respectivamente en el sitio de Balmaceda y 1,63 g, 0,76 g en los años 2015 y 2016 para 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 (Tabla 6.14) con registros inferiores a 1,0 g en ambos sitios, que coincidió con la nula capacidad germinativa en la época de siembra (Tabla 6.16).

En relación a la capacidad germinativa (CG), ñirre posee baja capacidad de germinar bajo los tratamientos evaluados en el proyecto, no obstante, son los valores más altos registrados en territorio nacional (XII región) 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 %. Entre los factores que pudiera explicar la baja capacidad germinativa de ñirre puede tener sus orígenes en factores genéticos, como lo demostró el estudio de tres poblaciones de ñirre mediante electroforesis isoenzimática (Quiroga *et al.* 2005), está indicó la deficiencia de individuos heterocigotos dentro de estas poblaciones, lo que sugiere la existencia de reproducción entre individuos cercanamente emparentados (endogamia biparental) o propagación



vegetativa lo que podría ser consecuencia del 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 parte de plagas, hecho que se acentúa en la zona transición entre el bosque y la estepa. Premoli, 1991 expone que es debido principalmente a la ausencia de embriones viables en las semillas, provocando partenocárpicamente por tratarse probablemente de un año de escasa floración (Poole, 1950). Otros autores lo atribuyen herbivoría de insecto (Gentili y Gentili, 1988), tumores por ataque de bacterias, hongos y/o virus (Braun, 1969).

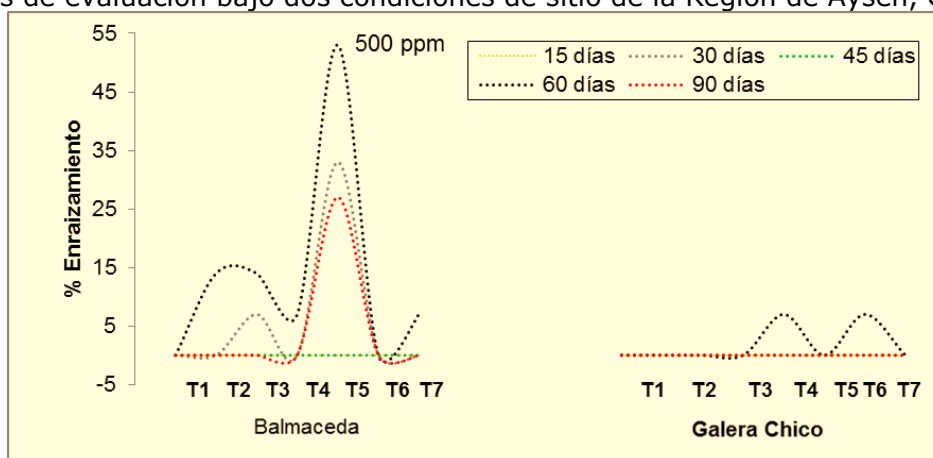
Figura 7.2. Montaje de muestras de semillas de ñirre en cámara germinadora (izquierda). Semillas de ñirre en proceso de germinación (derecha).



Otra de las estrategias estudiadas para lograr la perpetuidad del bosque, es a través de la propagación asexual. Uno de los estudios correspondió a la reproducción 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 M.R. [2000 ppm] polvo" que es un enraizante hormonal que contiene Acido 3 – Indol butírico como agente activo. En este mismo 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.



Gráfico 7.1. Porcentaje de enraizamiento de estacas de *N. antarctica* en diferentes tiempos de evaluación bajo dos condiciones de sitio de la Región de Aysén, Chile.



En el tercer ensayo se agregó la variable tiempo de evaluación (a 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 (Gráfico 7.1). Estos resultados entregarían los suficientes antecedentes para utilizar una concentración de 500 ppm, la misma concentración que recomiendan Vidal *et al.* 2009 para propagar *Eucryphia glutinosa* (Guindo Santo).

7.4. Regeneración natural de ñirre

Para abordar este relevante tema se estudió la regeneración natural en parcelas permanentes al interior de las unidades demostrativas se llevó a cabo al momento de establecimiento de las plántulas en el mes de diciembre y al final de la temporada se evaluó el porcentaje de sobrevivencia en el mes de abril (Bahamonde *et al.* 2011). La primera temporada de evaluación fue posible encontrar sobre 20.000 plántulas/ha en el sitio de Balmaceda y sobre 10.000 plántulas/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 (Tabla 6.14) y nula capacidad germinativa de la semilla en dicha temporada (Tabla 6.16). Esta respuesta también es atribuible a dos temporadas de crecimientos con un alto déficit hídrico, donde se registró un -81% de déficit actual de lluvias en Balmaceda, el más alto del país y la temporada más seca de los últimos 50 años. Según Hansen *et al.* (s.i.) la proliferación de plántulas a partir de germinación de semillas es muy abundante en sitios más húmedos y bajo las copas. En sitios semiabiertos y con gran presencia de gramíneas y elevada evaporación en verano, la sobrevivencia es escasa y se pierde un 90%, de las que sobreviven el pastoreo elimina a su vez el 90%. Por su parte estudios realizados por Bahamonde *et al.* 2011 consideran que la instalación de plántulas se vio favorecida en los rodales con uso silvopastoril respecto a



bosques primarios, no obstante, la supervivencia fue muy baja o nula en todas las situaciones estudiadas y podría estar relacionada a una combinación de alta producción y germinación de semillas. Esta baja o nula respuesta de las plántulas de ñire 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 Esteban 2012).

Figura 7.3. Muestreo de regeneración natural en clausura (izquierda). Plántula de regeneración natural de ñire (derecha).



Una de las estrategias que el ñire ha implementado por el hecho de estar sometido a diferentes disturbios naturales y antrópicos, es la capacidad de rebrotar vegetativamente. Promis *et al.* 2016 plantean esta estrategia como rasgo funcional de la especie para supervivencia y mantención. Peri *et al.* 2009 informa tres formas de reproducción asexual del ñire, a través de raíz, acodo y tocón. Esta última ha sido desarrollada en el presente proyecto y busca proponer una alternativa para mantener el estrato arbóreo del bosque de ñire, a través, de la protección individual de tocones. Estas clausuras tienen la función de proteger la vegetación (brotes) del pastoreo y el ramoneo de ganado doméstico y asilvestrado, permitiendo que los árboles alcancen una altura suficiente para no ser ramoneada por los animales. Dependiendo el tipo de animal es la altura de protección, para ganado vacuno la altura de protección es de $\approx 2,5$ m.

Se propusieron 3 modelos para su construcción; el primero con malla metálica que aísla la herbivoría de bovino y liebre; el segundo denominado tradicional, construido de alambre liso y púas que aísla la herbivoría de bovino y finalmente un diseño confeccionado por desechos vegetales del raleo que permite aislar bovino y liebre. Todos reducen en mayor o menor medida la presión de ramoneo en comparación del testigo sin protección donde el porcentaje de ramoneo puede llegar al orden del 75 y 90% en las condiciones de mallín y seco respectivamente.



De acuerdo a lo indicado por Peri *et al.* (2009b) se estima que el número a proteger de 2 a 5 tocones de ñirre por ha año⁻¹ hasta asegurar el reemplazo total de los individuos en fases de envejecimiento o desmoronamiento (árboles con edades superiores a los 150-180 años) 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 el mismo autor considera la protección de hasta 250 árb ha⁻¹, mientras que en ñirrales creciendo en zona más húmedas se debería proteger un mínimo de 150 árb ha⁻¹.

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 se condice con lo citado por Promis *et al.* 2016 quien menciona que dependiendo de la especie, la capacidad de rebrote puede estar influida por la edad de los árboles. Se ha documentado que a mayor edad del árbol, la capacidad de rebrote disminuye. Por lo tanto, es necesario mantener una línea de investigación en torno a este tipo de estrategia del ñirre.

7.5. Sitios para uso silvopastoral en bosques de *Nothofagus antarctica*

Conocer la situación de los bosques de ñirre (*Nothofagus antarctica*) en la Región de Aysén y la presión de la ganadería que estos soportan es de vital importancia, 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 silvopastoril, 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, preferentemente para leña (Peri *et al.* 2009). En Chile no contamos con esta información, si bien sabemos que el ganado doméstico está inserto dentro del bosque de ñirre, usando diferentes ambientes y logrando múltiples beneficios de ellos, entre los que destacan; protección en épocas de altas y bajas temperaturas, resguardo del viento, pastoreo de estrata herbácea y ramoneo de brotes en primavera. Salinas *et al.* 2016 hace referencia en su estudio de caracterización de los ñirrales que en la comuna de Coyhaique el 90% de los predios tienen ganado integrado al bosque. Veblen *et al.* (1996) describe al ñirre como una especie de gran plasticidad, ocupando sitios con exceso de humedad (turberas y mallines) y sitios secos (límite con la estepa). Su propagación puede ser por semilla, pero principalmente es por reproducción vegetativa (raíz, tocón y acodo).

En relación al estudio desarrollado en el proyecto, se clasificaron una serie de criterios a tener en consideración para definir si un sitio podría desarrollar actividades de silvopastoreo, entre ellas:



Tenencia de la tierra. En el ámbito de tenencia de la tierra, se dividió en tres sub-criterios diferenciando bosques de ñirre que se encuentran en terrenos fiscales al interior del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) en las categorías de Reserva Nacional, Parque Nacional y Monumento Natural, además de otros terrenos administrados por instituciones fiscales como es el caso de terrenos administrados por el Ministerio de Bienes Nacionales y de Fuerzas Armadas. Otro sub-criterio considera sitios privados, en ellos entran todos los predios de carácter rustico que posean un rol de avalúo a nombre de una persona natural o empresa.

Respecto a la tenencia de la tierra no hay grandes diferencias en las respuestas de los entrevistados, todos coinciden que es posible aplicar silvopastoreo en bosques de ñirre en terrenos privados, por otro lado, la mayor proporción (84%) considera que al interior del SNASPE no es recomendable realizar esta práctica. La opción de realizar silvopastoreo en una propiedad fiscal distinta del SNASPE estuvo más compartida, donde un 68% de los entrevistados estaban de acuerdo y un 32% en desacuerdo.

Pendiente o inclinación del terreno. Las condiciones del sitio se agruparon en tres diferentes criterios, el primero relacionado a la pendiente o inclinación del terreno, el segundo al tipo de condición edáfica y el último a la situación hídrica, diferenciada en condición seca o de transición con la estepa y condición de mallín o húmeda. En relación al primer criterio (pendiente) todos los entrevistados comparten la opinión sobre que es posible aplicar silvopastoreo en entre los rangos de pendiente de 0 – 30%. En el siguiente rango de 30 – 45% de pendiente, solo el 35% se mostró a favor de su aplicación, mientras que en zonas de inclinación más abrupta (> 45%), la mayor proporción de los entrevistados estima no adecuado la aplicación de silvopastoreo.

Condición edáfica. Con respecto a la condición edáfica existen tres clases donde puede aplicarse actividades de silvopastoreo, en las dos primeras existe alta concordancia entre los entrevistados, por un lado en la categoría *suelo profundo (1 metro o más)* y *suelo moderadamente profundo (>0,6 m y <1,0 m)* sobre el 90% está de acuerdo con la realización de la actividad. En condiciones de menor profundidad las respuestas fueron más equilibradas, sin embargo el 73% respondió positivamente a la categoría *suelo poco profundo (>0,25 m y <0,6 m)*. Dentro de este rango pueden estar considerados los mallines. Por otro lado, los *suelos someros (<0,25 m)* y con afloramiento rocoso no fueron considerados aptos para uso silvopastoral por los entrevistados.

Condición hídrica. La condición hídrica considero tres categorías para su análisis, la primera la *condición de estepa o transición estepárica*, para la cual existe una alta proporción a favor de la aplicación de silvopastoreo, ya que la mayor proporción de bosques se encuentra en esta condición. La segunda clasificación corresponde a *Condición de mallín* donde el 73% de los



entrevistados se mostró a favor de realizar actividades de silvopastoreo en ñirantales en condiciones de mallín. Esta condición que se refleja en la anterior clasificación corresponde a mallines que permanecen cubiertos de agua temporalmente (en época invernal y parte de primavera). Finalmente la *condición de turbera* corresponde a sitios de alta fragilidad, donde la condición de humedad permanece permanentemente durante el año. Estos sitios cumplen funciones de mantención de la biodiversidad y el ciclo hídrico, es posible encontrar formaciones de ñirre achaparrado no mayores a 4 metros de altura, que pueden incrementar su tamaño en la medida que disminuya la condición de humedad permanente del suelo de forma natural o antrópica (construcción de canales de desviación de agua), en estos sitios existen especies indicadores como el musgo sphagnum o plantas vasculares de la familia de las Ciperáceas o Juncáceas.

Capacidad de uso del suelo. Esta clasificación considera ocho clases, identificadas con números romanos (*I a VIII*), que expresan el grado creciente de limitaciones o riesgos permanentes del suelo. Las características más importantes del suelo que determinan su clase de Capacidad de Uso incluyen profundidad, textura, drenaje, porcentaje de pendiente y erosión pasada. En la región de Aysén no están representadas las clases *I* y *II*, por ello la consulta considero desde la clase *III a la VIII*.

La Capacidad de Uso es una clasificación del suelo específica para el territorio chileno, por tal razón para el análisis de este ítem no se considerará la opinión de expertos, debido al desconocimiento de dicha clasificación, lo que está reflejado en aproximadamente un 50% de desistimiento en responder esta clasificación.

En general las clases de Capacidad de Uso *III, IV, V, VI* no presentarían grandes limitaciones para la aplicación de silvopastoreo, presentando una aprobación de los entrevistados de 89%, 89%, 78% y 89% respectivamente, en contraposición, las clases de Capacidad de Uso *VII y VIII* las cuales presentan limitaciones muy severas para la actividad forestal, entre las que destacan; pendientes muy pronunciadas, erosión severa, suelo muy y pedregosidad excesiva. Por lo cual su uso debiera ser considerado solo para vida silvestre y conservación de la biodiversidad.

Uso actual del bosque. Las categorías de Uso Actual del Catastro del Bosque Nativo CONAF-CONAMA son 26: *Áreas urbanas e Industriales; Terrenos Agrícolas; Praderas; Matorrales; Matorral Pradera; Matorral Arborescente; Matorral Suculentas; Formación Suculentas; Plantación Arbustos Forrajeros; Plantaciones; Bosque Nativo Adulto Denso; Bosque Nativo Adulto Semi Denso; Bosque Nativo Adulto Abierto; Renoval Denso; Renoval Semi Denso; Renoval Abierto; Bosque Adulto Renoval Denso; Bosque Adulto Renoval Semi Denso; Bosque Adulto Renoval Abierto; Bosque Achaparrado; Bosques Mixtos; Humedales; Áreas sin Vegetación; Nieves y Glaciares; Cuerpos de Agua; Áreas no Reconocidas.* Para el análisis del estudio solo se analizaron



cuatro de ellas; Matorral Arborescente, Renoval, Bosque Adulto Renoval y Bosque Adulto.

El análisis de los expertos consideró la aplicación de silvopastoreo en las cuatro categorías de bosques de ñirre, sin embargo, la apreciación de profesionales de CONAF indica taxativamente que en la condición de *Bosque Adulto* no es posible la aplicación de la actividad silvopastoral, debido a que en esta condición es necesario regenerar el bosque. Entre los argumentos expresados por los expertos para la aplicación de silvopastoreo en Bosque Adulto, consideran la aplicación de técnicas de protección individual de plántulas, tocones o rebrotes de ñirre y de enriquecimiento con plantas de vivero. Este establecimiento anual o temporal debiera ir en directa relación con la tasa de mortalidad expresada por Reineke.

De acuerdo a esta consulta pública se sostiene que la propuesta de manejo silvopastoral no es posible de aplicar en todas las condiciones edafoclimáticas de la región. Se sugiere aplicar los siguientes criterios para su aplicación.

Tabla 7.2 Criterios para la aplicación de sistemas silvopastorales en bosques de ñirre.

CRITERIO	NO aplicar	Si Aplicar
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 seco
Estructura del bosque	Etapas juveniles (brinzal, monte bravo)	Renoval, Bosque adulto



8. PAUTAS Y RECOMENDACIONES MÍNIMAS

La ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, es una herramienta eficiente y eficaz para el desarrollo sustentable del sector forestal chileno, sin embargo, aún es necesario adecuar aspectos técnicos y legales para fortalecerla y que opere como todos desean. Esta ley financia la ejecución de planes de manejo bajo los literales maderero y no maderero, sin embargo, el aprovechamiento de otros usos del bosque (ej. silvopastoreo) aún no está considerado de manera explícita dentro de este marco legal.

Generar iniciativas de investigación para integrar los diversos bienes y servicios del bosque nativo es fundamental, de esta forma adaptar nuevas propuestas productivas y de manejo a los nuevos escenarios de cambio climático que experimenta el bosque.

En la actualidad no existen planes de manejo orientados a manejo silvopastoral en bosques de ñirre en nuestro país. En la Patagonia Argentina se elaboran y ejecutan este tipo de planes, que son presentados en las Direcciones de Bosques Provinciales para el uso silvopastoral de los bosques de ñirre. Es por ello, que INFOR presentó el proyecto en cuestión para abordar un manejo forestal sustentable que considere tres aspectos fundamentales; ser ecológicamente viable, económicamente factible y socialmente deseable (Peri *et al.* 2009). En este sentido, un rol importante que debe asumir CONAF como organismo regulador, es implementar los aspectos técnicos que derivan del conocimiento generado por una serie de investigaciones y reglamentar el uso de los bosques de ñirre a través del uso silvopastoral sustentable. El no afrontar esta problemática a tiempo y la no aplicación de normas de manejo puede repercutir negativamente en ciertas áreas donde se presentan preocupantes síntomas de deterioro ambiental.

Por lo anterior, a continuación 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 del resultado del presente proyecto 022/2013 e investigación desarrollada por el asesor internacional del proyecto Sr. Pablo Peri y deberían contener las siguientes acciones.

I. Plan de manejo silvopastoral

- El primer paso en que se debe avanzar, 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 ñirantal.
- 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 actual legislación forestal vigente, que 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 estas deberán incluir la densidad y estado de la regeneración, con los resultados del inventario forestal, la información productiva del predio y los objetivos del manejo del recurso forestal bajo estudio, 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 (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 y ordenación del bosque debe considerar los siguientes aspectos generales:

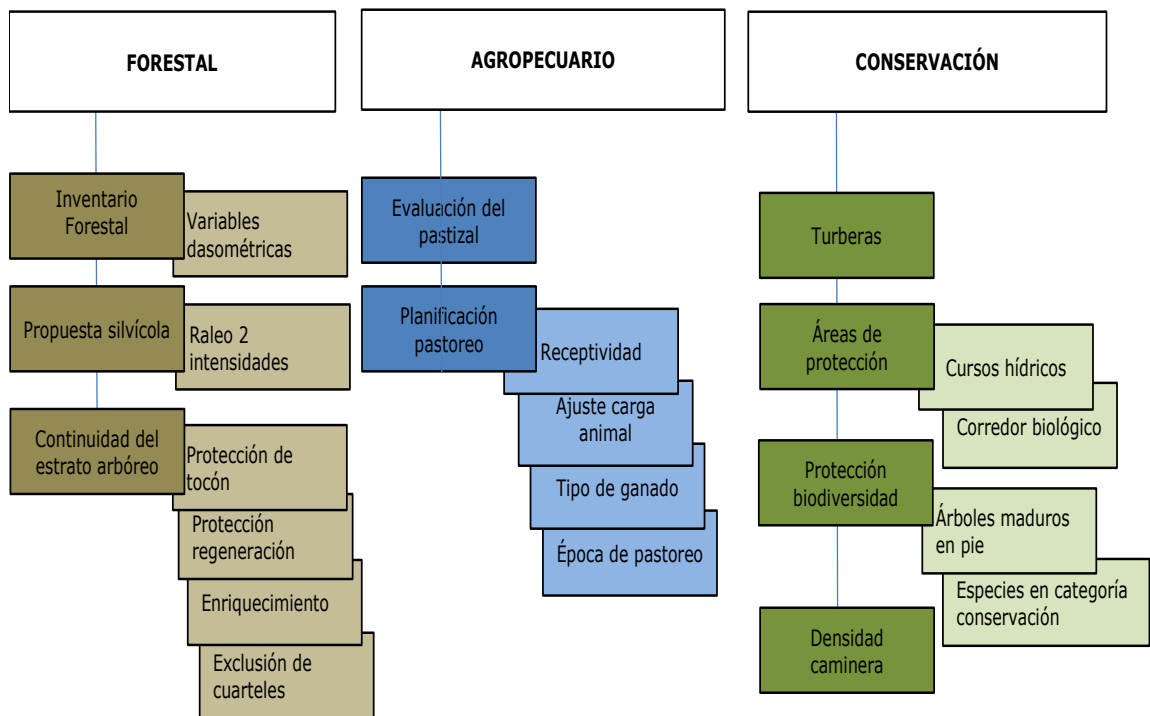
- a) Objetivos del plan de manejo silvopastoral
- b) Aspectos legales y administrativos de la propiedad y el poseedor del dominio vigente.
- c) Descripción de los recursos forestales que serán manejados, del entorno natural y de las limitantes ambientales existentes.
- d) Inventario forestal diseñado en función de los objetivos de manejo.
- e) Descripción de una propuesta silvícola de manejo detallada.
- f) Proponer 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.

Para garantizar el uso silvopastoral de los ñirrales en el marco de la sustentabilidad, también es necesario que el Plan de Manejo incorpore una Evaluación de Pastizales. 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 versus 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 ñire, debería identificar al menos los siguientes términos a partir de los componentes:



II. Propuesta Silvícola

La propuesta de manejo silvícola para bosques de ñire considera raleos a diferentes intensidades dependiendo del sitio y principalmente de la disponibilidad hídrica del suelo.

Integrando el conocimiento generados por el proyecto 022/2013 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 ñire 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:

Ñirantales 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 (IncAB $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$) en área basal 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 $2.526 \pm 1.259 \text{ kg MS/ha/año}$ partiendo de un bosque cerrado con un 70-80% de cobertura.

Los sitios de estrés hídrico severo son definidos como aquellos ñirantales 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 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 cernas 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).

Ñirantales en condición de humedad favorable. En condiciones de sitios con un régimen de precipitaciones más favorable o ñirantales 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 (IncAB $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$) del



orden de un 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 considera un ancho igual a la altura media del bosque. Situación distinta ocurre en ñirantales 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 (Figura 8.1) se puede considerar la propuesta más intensa de raleo.

Figura 8.1. Ñirantales en condiciones de sitio favorables alcanzando alturas de 23 metros, Bahía Murta Región de Aysén.

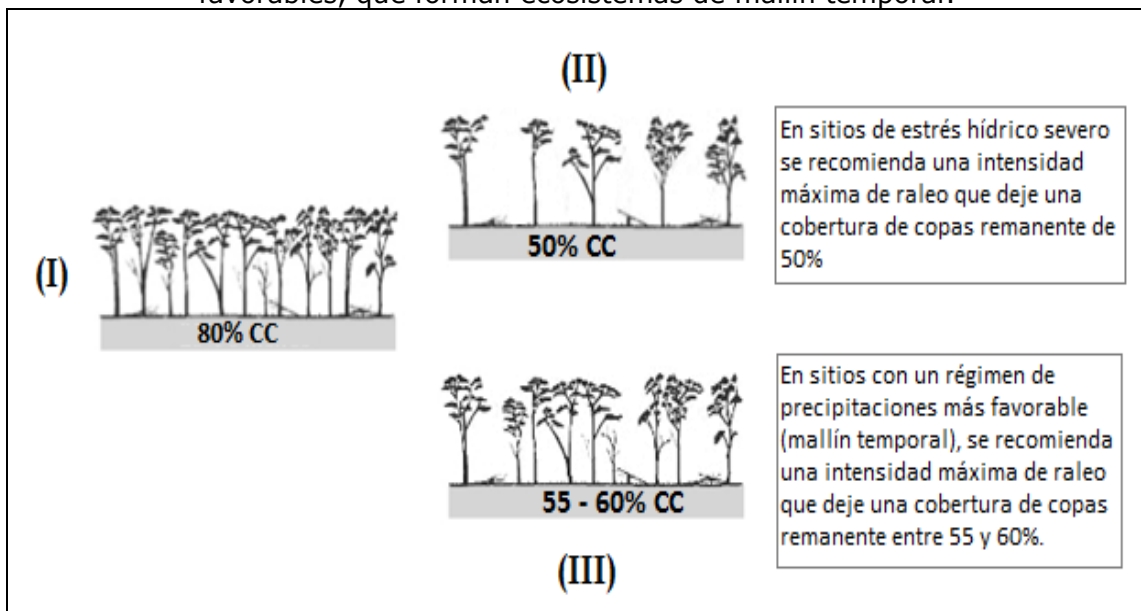


La disminución de la cobertura permitiría un aumento de 2.914 ± 396 kg MS/ha/año partiendo de un bosque cerrado con un 70-80% de cobertura. En estos sitios se detectó una disminución de la tasa de crecimiento de materia seca de la pastura aproximadamente lineal con el aumento de la cobertura de copas. Sin embargo, la presencia de árboles en estos sitios disminuye el daño directo ocasionado por las heladas y/o acumulación de nieve sobre las



pasturas. Por ello, el período vegetativo de los pastos se alarga en sistemas silvopastoriles comparados al de un pastizal abierto, modificando de esta manera la duración de la oferta forrajera para los animales.

Figura 8.2. Propuesta silvícola para bosques de ñirre bajo enfoque silvopastoral, Región de Aysén, Chile. (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 este entre 5 y 8 m. (III) Propuesta silvícola para Ñirrales creciendo en situaciones de humedad más favorables, que forman ecosistemas de mallín temporal.

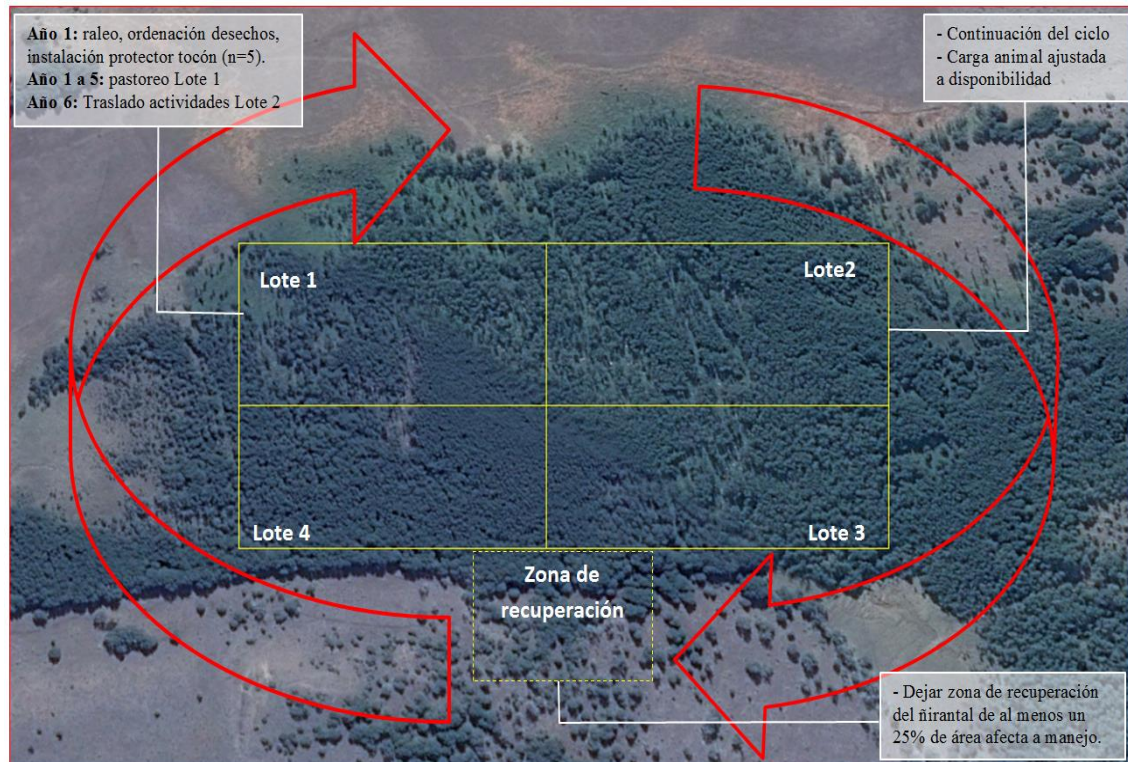


Fuente: Adaptada de Peri *et al.* 2009.

Se plantea un *Sistema de Manejo Silvopastoral Rotativo* (Figura 8.3) 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 (p.e. protección individual de tocones) y finalmente se recomienda como una práctica de conservación dejar una "zona de recuperación" (Figura 8.3) de al menos 25% del área a intervenir, esta zona tiene como objetivo recuperar Ñirrales degradados por factores bióticos y/o abióticos, de esta zona es fundamental la exclusión del ganado.



Figura 8.3. Propuesta de Sistema de Manejo Silvopastoral Rotativo en bosques de ñirre.



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.

III. Labores de continuidad del 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 del 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 tendrá los objetivos de mantener la productividad de pasto, el reparo para los animales, los servicios ambientales (control de erosión, calidad de agua, conservación de la biodiversidad, entre otros) y conservar una producción diversificada (Peri *et al.* 2009). La continuidad del bosque es posible a través de diversas estrategias que han desarrollado las especies para multiplicarse. Basado en 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) se concluye que 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.

Una de las estrategias a implementar que entrega resultados positivos, es la protección individual de tocón, práctica que es posible aplicar posterior al raleo y que cumple la función de proteger los brotes vegetativos del ramoneo, hasta al menos lograr una altura mayor a 2,5 m e impedir el ataque de ganado bovino, esto se logra entre los 5 a 7 años de establecida la protección.

Figura 8.4. Propuesta para dar continuidad al bosque de ñirre, a través, de la protección individual de tocón.



Fuente: Adaptada de Peri *et al.* 2009.

Se presentan tres prototipos de protector individual, además se entrega información sobre el método y materiales de construcción y sus costos, con esta información es posible integrar esta actividad como bonificable en la tabla de costos de la Ley 20.283.

Las recomendaciones generales para la construcción e implementación de protectores individuales de tocón que derivan del conocimiento empírico del equipo técnico y del trabajo publicado por Peri *et al.* 2009 y tienen relación con los siguientes pasos.

- Realizar las labores de instalación en temporadas invernales, con el fin de que el suelo entregue 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.



Figura 8.5. Protección individual de tocón (malla).



- Al momento de elaborar la estaca realice una punta en la parte inferior para facilitar el trabajo.
- Utilice estacas de madera que provengan del raleo del ñirantal, 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 germoplasma obtenido de poblaciones cercanas al lugar de repoblamiento. Estas prácticas están definidas en Reglamento del Fondo de Conservación, Recuperación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo, creado por la Ley N° 20.283 bajo los siguientes nombres:



Enriquecimiento ecológico: La 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: La 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.

Figura 8.6. Plantación de ñire en grupos con protección individual (malla) y cerco perimetral, Trevelin, Argentina. (Fotografía tomada por el investigador responsable).



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^{-1} , hasta que logren una altura adecuada que evite el ramoneo y soporte futuras intervenciones silvícolas, posteriormente es necesario proteger los siguientes 200 árb ha^{-1} .

Se recomienda realizar una plantación en grupo de 10 a 20 plantas árboles con protección individual (shelter de malla raschel, policarbonato, entre otros) y cerco perimetral a este grupo de plantas (Figura 8.6), de esta forma llegar a una densidad final estimada en $150 \text{ a } 250 \text{ árb ha}^{-1}$ (considerando muerte de algunas por factores bióticos y abióticos). Peri *et al.* 2009 estima que se deberá proteger de 2 a 5 renovales de ñire por ha/año hasta asegurar el reemplazo total de los individuos en fases de envejecimiento o desmoronamiento (con edades superiores a los 150 años) para la densidad final definida en cada sitio.



IV. Labores de conservación del ñirantal

El proyecto no propuso como foco de estudio las labores de conservación del ñirantal en un manejo silvopastoral, sin embargo, se considera necesario integrar pautas mínimas para compatibilizar el manejo y la conservación de los bosques de ñirre. Para ello, se realizó un proceso de revisión bibliográfica de diferentes autores (Rush *et al.* 2004, Peri *et al.* 2009, Hansen *et al.* 2009, Peri, 2009) acompañada del conocimiento empírico que los investigadores y técnicos desarrollaron a lo largo de la ejecución del proyecto, con el objetivo de definir resguardos que no comprometan la función del ecosistema dominado por ñirre.

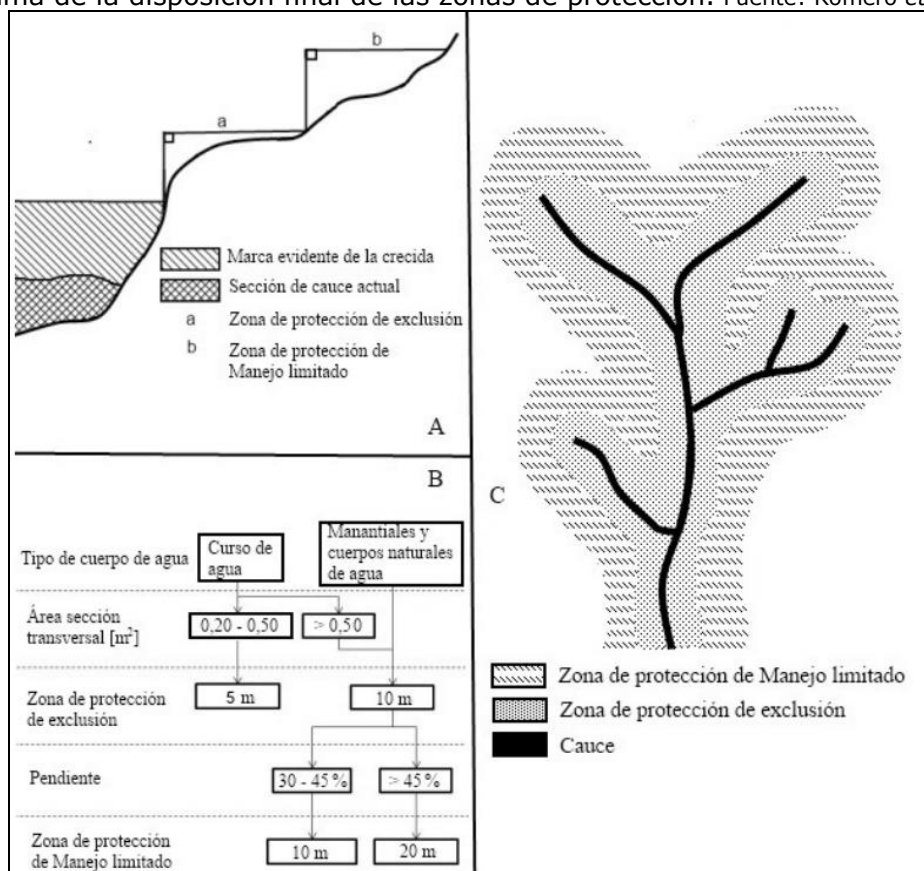
Red caminera: Se debe considerar y privilegiar el uso y habilitación de caminos existentes en los predios, excepto en situaciones en las que su utilización pudiera provocar o agravar procesos erosivos. Según lo citado por Rusch *et al.* (2004), la densidad de caminos debe ser preferentemente menor a 30 m ha⁻¹. 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° (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). 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°). Detalles de los elementos de diseño de los caminos y drenajes se presentan en 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 ñirantales 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 plantea que se deberá dejar una zona de protección de 15 a 60 m. Respecto a los cauces de ríos principales y lagos Peri *et al.* 2009 considera 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 al Reglamento de Suelos, Agua y Humedales de la Ley 20.283, plantea una serie de medidas (Figura 8.7) para resguardar toda acción de 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.

Figura 8.7. Caracterización de la normativa vigente en Chile en relación con la protección de los cuerpos de agua, según el reglamento de Suelo, Agua y Humedales de la Ley 20.283. 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. Fuente: Romero *et al.* 2014.



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 *et al.* 1999). En ningún caso el cauce del río debe usarse 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.

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 sola este mecanismo no es suficiente para garantizar la conservación de la biodiversidad. Por ello, es necesario e indispensable que las áreas bajo uso productivo también deben participar en procesos que compatibilicen la conservación (Miller, 1996) con la necesidad de satisfacer los requerimientos de las poblaciones con ellos relacionados (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).

En este sentido, para el mantenimiento de aves insectívoras (p.e. 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 del cauce, lo que es especialmente importante en periodos de crecidas (Bannerman, 1998; Gayoso *et al.* 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, biodiversidad y 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 ñirantal, sino que permitirán 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 de 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 requieren una planificación, ejecución y un seguimiento cuidadoso. Si bien están estrechamente relacionadas, se puede hacer una distinción conceptual entre ellas. El objetivo de la restauración forestal es devolver un bosque degradado a su estado original, esto es, restablecer la estructura, la productividad y la diversidad de las especies del bosque que en teoría estaban presentes originariamente en un lugar.

En tal sentido, los bosques nativos son ecosistemas que entregan diferentes servicios a la comunidad y la sociedad en general. Entre ellos Peri *et al.* (2009) destaca (i) bienes productivos (como madera, leña, fibras naturales, especies de sotobosque de valor ornamental, etc); (ii) el mantenimiento de la biodiversidad (sotobosque, aves, insectos, mamíferos); (iii) la preservación del ambiente (oferta de aire puro y agua pura, mitigación de la erosión eólica e hídrica; mantenimiento de la fertilidad del suelo, etc.); (iv) fijación de dióxido de carbono; (v) valor paisajístico relacionado con el turismo. Cuando se pierden estos bienes productivos del bosque, la restauración de las áreas degradadas de bosque nativo ofrece una alternativa de recuperación de su valor productivo, paisajístico, de biodiversidad y de calidad ambiental para la actual y las 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, y por su grado de exposición a las fuerzas erosivas (viento y pendiente) y/o de presión de agentes externos (pastoreo, incendios). La recuperación *pasiva* de los ñirantales afectados es improbable 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 ecosistemas de alta fragilidad. Sin embargo, propuestas de restauración para las áreas degradadas de bosques nativos de ñire, debido a la acción combinada de incendios forestales, la alta cobertura de gramíneas exóticas, la lejanía de árboles semilleros y la presión del ramoneo será necesario efectuar acciones para reestablecer el bosque nativo a través de medidas de restauración *activas*.

Las propuestas de restauración de zonas degradadas debieran comenzar con recuperar la masa forestal nativa de ñire en las áreas de cauces de río y arroyos para el control hídrico de la cuenca como así también para mantener la cantidad y calidad de agua.



Figura 8.8. Sitios de bosques de ñirre degradados por diferentes factores; (a) incendios forestales (superior); (b) presión ganadera.



En una segunda fase se debe priorizar la recuperación de las áreas degradadas de bosque nativo en la zona circundante donde se desarrollan tareas de aprovechamiento forestal o tienen una fuerte actividad ganadera (Figura 8.8). 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 nativa (ñirre) en la conformación de "agregados o bosquetes de recolonización".

Se ha observado que la regeneración natural avanza lentamente desde los



remanentes sobrevivientes 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 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 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⁻¹). 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 calculó que el número total de árboles a forestar por hectárea en el proceso de restauración el cual varía de 350 a 693 árboles ha⁻¹. Para aumentar las probabilidades de prendimiento y desarrollo en el proceso de restauración, las plantas deberán tener una mínima altura media de unos 20-30 cm y un diámetro a la altura del cuello de 3-5 mm al momento de llevarlas a plantación. Las plantas de ñirre se pueden obtener a partir de la producción en viveros o a partir de repique de regeneración natural del bosque. El momento óptimo para efectuar el repique es en agosto cuando aún no hayan brotado. Luego de repicadas 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).

V. 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:



1. Establecer unidades demostrativas de investigación silvopastoral de largo plazo, para transferir los conocimientos a los actores locales.
2. Capacitar a los productores y profesionales locales y mejorar sus capacidades para una adecuada aplicación de las pautas de manejo silvopastoral.
3. Monitoreo y evaluación permanente de las labores de manejo silvopastoral aplicadas por los productores, y evaluar la respuesta de las intervenciones en los componentes del sistemas para mantener las pautas o hacer modificaciones.

Una de las ventajas de la Región de Aysén, radica en que las unidades de investigación y transferencia ya están implementadas, por lo cual solo habría que mantenerlas. 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 al bosque desde su ámbito institucional deben implementar y apoyar la implementación de las pautas de manejo silvopastoral. CONAF deberá 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 de actualizar la investigación en torno al manejo silvícola de este tipo de bosques u otros que estén con ganadería integrada, a la vez transferir los conocimientos generados en las unidades demostrativas a los productores, profesionales y extensionistas.



9. LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

- 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 plántulas.
- Realizar 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 para el bosque de ñirre.
- Generación de conocimiento sobre inventario forestal de los bosques de ñirre de la región.
- Valor agregado de los productos madereros, no madereros y al componente animal.
- Cuantificación de los servicios ecosistémicos de sistemas silvopastorales en bosques de ñirre.
- Diseño regional de conservación y manejo de la biodiversidad.
- Sistema de monitoreo a través de indicadores de fácil medición y que abarque aspectos productivos, socioeconómicos y ambientales.
- Buscar métodos sencillos y prácticos para que los productores puedan aplicar las pautas de manejo silvopastoral.
- Dinámica de los Ñirantales y en particular de la especie ñirre ante los nuevos escenarios de cambio climático.
- Comportamiento del manejo animal en sistemas silvopastorales.
- Creación de un método de fácil uso para evaluación de oferta forrajera que permita ajustar carga animal en planes de manejo silvopastoral de ñirre.



10. CONCLUSIONES

Referente a la 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 futuro, al mismo tiempo permitió incrementos anuales de área basal superiores al 200% en comparación de los bosques sin manejo. Lo anterior, confirma la respuesta positiva del ñirre a la aplicación de raleos como método silvícola para fomentar el manejo en este tipo de bosques.

Uno de los ámbitos de preocupación de la autoridad fiscalizadora y de nuestro equipo de investigación, es si el productor a futuro se preocupará por el bosque y realizará actividades tendientes a mantener un estrato arbóreo o por el contrario convertirá el bosque en pradera. Por lo anterior se plantea que cada actividad de intervención silvícola en el bosque lleve asociado *per se* una actividad para dar continuidad al estrato arbóreo (p.e. Labor silvícola: *raleo año 1*. Labor de continuidad del bosque: *establecimiento de 5 protectores por hectárea año 1*). De esta forma se exige al productor en el plan de manejo a realizar una actividad que traerá beneficio en el momento (productos del raleo) y otra que traerá beneficios futuros.

Se entregan relevante 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. En este sentido, los costos asociados al manejo de bosques de ñirre bajo un "escenario óptimo" fueron 26,87 UTM ha⁻¹ y el costo bajo un "escenario tradicional" fue 13,47 UTM ha⁻¹.

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, al igual como lo tiene la especie *Nothofagus pumilio* (lenga).

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.



Referente a la estrata herbácea y carga ganadera

Se presentan datos de producción de la estrata herbácea en tres temporadas de crecimiento para bosques de ñire de la Región de Aysén, información no conocida en la actualidad y que servirá para la aplicación de sistemas silvopastorales sustentables en la región.

Existe un notable efecto de la intervención del bosque de ñire sobre el desarrollo de una 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 pradera abierta. Igualmente hay que considerar que la comparación se está realizando con una pradera naturalizada bastante degradada, por lo que en condiciones potenciales 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, etc.). 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 transeptos 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 la unidad de Galera Chico, se tiene valores de 0,26 y 0,46, respectivamente. En todo caso, debe tenerse presente que la utilización de estos sectores será generalmente estacional.



Referente a la continuidad del bosque

Se aporta al conocimiento de la especie al entregar información sobre parámetros físicos y germinativos de semillas de ñirre, los diferentes análisis demostraron una capacidad germinativa baja que no supero el 28% con una estratificación fría de 45 días, siendo este valor el mayor registrado para la especie en el territorio nacional.

La regeneración natural del ñirre se favorece en situaciones con mayor luminosidad (bosque manejado) y humedad (condición de mallín, Balmaceda), encontrando 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 registro de sobrevivencia. La siguiente temporada de evaluación no se encontró registro de regeneración natural en las etapas de establecimiento y supervivencia. El efecto de sequía (80% déficit hídrico) como factor principal, enmascaro cualquier resultado de los tratamientos en estudio y no permitió el establecimiento de regeneración natural en las dos temporadas de evaluación. Sin embargo, 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.

Considerando el reducido tiempo de evaluación, se puede inferir que 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 se ha constituido como una estrategia de estos bosques para perdurar en el tiempo, por lo mismo, el proyecto se aboco a buscar formas de propagación vegetativa del ñirre y entre ellas la propagación vegetativa de estacas o esquejes, recomendando para su producción 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 propuesta por el proyecto es el rebrote por tocón, para ello se propone el uso de protectores individuales de tocón, se exponen tres diseños y se cuantifican los costos asociados a su construcción para implementarlos en la tabla de valores de la Ley 20.283 como una actividad bonificable. Los costos unitarios para la construcción del protector individual de tocón fue de 0,19 – 0,31 y 0,18 UTM und⁻¹ para los modelos de *Tradicional*, *Malla* y *de residuos de raleo* respectivamente. Es necesario continuar con las evaluaciones posteriores, de este modo instalar el conocimiento de silvicultura de monte bajo entre los técnicos, ya que podría convertirse como una estrategia de mantención del ñirantal bajo uso silvopastoral.



Referente a la superficie potencial de uso silvopastoral

En la Región de Aysén existe una *superficie potencial de uso silvopastoral* de 48.784 ha distribuidos en 9 de las 10 comunas regionales. Las comunas de Coyhaique, Lago Verde y Cochrane son las que poseen mayor superficie para uso silvopastoral sustentable.

En condiciones de bosques de ñirre insertos en turberas, mallines permanentes que habas tengan de agua a la población, bosques ubicados al interior del SNASPE, sitios con pendientes superiores a 30%, suelos frágiles y someros no se considera recomendable aplicar silvopastoreo, dado que la particularidad de estos terrenos hace necesario protegerlos, ya que entregan otras funciones que son de mayor importancia para la sociedad actual y futura.

Referente a los propietarios de bosque de ñirre

Los productores asociados al bosques de ñirre en su mayoría pertenecen al rango etario de "adulto" (entre 40 – 65 años), poseen un estado "saludable" en términos de salud y estudios básicos completos. Referente al manejo de actividades productivas se consideran como "múltiple actividad", 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 Ñirantales. La mayoría de ellos explota su ñirantal para obtener los siguientes productos en orden de importancia; leña, postes y madera.

En base al análisis de las entrevistas a productores, en el 90% de los bosques de ñirre de la comuna de Coyhaique (32.066 ha) existe ganadería integrada a este tipo de bosques. La presencia de ganado al interior del bosque difiere del manejo silvopastoral, donde este último considera una planificación y aspectos de sustentabilidad.

En términos generales

La relevancia que entregan los sistemas silvopastorales en bosques nativos de ñirre, se relacionan con los múltiples beneficios que pueden generar a productores, al integrar en conjunto la 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 ($> 30\%$), ñirantales creciendo en condiciones de sitio extremas (suelo poco profundo, estrés hídrico severo o bosque en el límite altitudinal) y turberas o pomponales.

Se plantea la necesidad de generar una mesa inter institucional que aborde la problemática de la ganadería en el bosque de ñirre. La función de esta mesa es establecer y ejecutar pautas mínimas para la implementación de silvopastoreo, generar investigación, articular a los tomadores de decisiones entre otras. Las organizaciones que deben participar en esta instancia debieran ser; SEREMIA, CONAF, INFOR, INIA, INDAP, SAG, Universidades.

Es necesario investigar los sistemas silvopastorales de ñirre, con una estrategia de largo plazo, considerando temas centrales como la escala, el manejo del ganado y la regeneración natural.







Carpintero macho sobre ñirre



Bosque silvopastoral de ñirre en mallín







Zona de parición al interior del bosque de ñirre



Bosque de ñirre degradado



11. BIBLIOGRAFÍA

Alberdi M. 1995. Ecofisiología de especies leñosas de los boques 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; n Johnson; j Olson & v Alaric Sample. 1993. *Defining sustainable forestry*. The island press.

Armesto, J. J., Casassa, I., & Dollenz, O. (1992). Age structure and dynamics of Patagonian beech forests in Torres del Paine National Park, Chile. *Vegetation* 98, 13 - 22.

Bahamonde, H.A., Peri, P.L., Martínez Pastur, G., 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.

Bahamonde, H., Peri, PL., Monelos, L. Pastur, G. Regeneración por semillas en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* bajo uso silvopastoril en Patagonia Sur, Argentina. *Bosque (Valdivia)*, 2013, vol.34, no.1, p.89-101. ISSN 0717-9200.

Bahamonde, H.; Peri, P.; Monelos, L. y Patur, G., 2011. Aspectos ecológicos de la regeneración por semillas en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* en Patagonia Sur, Argentina. *Bosque* 32(1): 20-29.

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. J., & 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.



Dimitri, M. J. & Milano, V. A. 1950. Fagáceas. Las plantas cultivadas en la República Argentina 4 (54): 1-40. – Fernald, M. L. 1970. Gray's Manual of Botany. Van Nostrand Reinhold. New York.

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 ZC (ed) (1993) Bosques templados de Chile y Argentina. Variación estructura y dinámica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

Donoso, C. (1987). Variación natural en especies de *Nothofagus* en Chile. Bosque: 8 (2), 85 - 97.

Donoso, C. 1974. Manual de identificación de especies leñosas del bosque húmedo de Chile, CONAF, Santiago, 168 p.

Donoso, C. 2006. Las Especies arbóreas de los Bosques Templados de Chile y Argentina. Autoecología. Marisa Cúneo Ediciones, Valdivia, Chile. 678 p.

Donoso, C. 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. 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 M. Acuña, 1999. Mejores prácticas de manejo forestal sustentable. UACH, Valdivia, Chile.

Gentili, M. y P. Gentili. 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.

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



Ivancich, H., Martínez Pastur, G., Lencinas, M.V., Soler, R., 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.

Ivancich H, G Martínez Pastur, PL Peri. 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., Peri, P.L., Soler, R., 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., Peri, P., Soler, R., Lencinas, M. V. 2010. Primeros resultados de raleos en bosques de *Nothofagus antarctica* para el manejo silvopastoril en Tierra del Fuego, Argentina.

Martínez Pastur, G., Cellini, J.M., Franco, G., Soler, R., Lencinas, M.V., Ivancich, H., 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., 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 Otros. (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.



Ormazábal, C. 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., 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., 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 PL, N Hansen, V Rusch, L Tejera, L Monelos, M Fertig, H Bahamonde, M Sarasola. 2009b. 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., 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 PL, LH Monelos, HA Bahamonde. 2006a. 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.

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

Quiroga P, R Vidal Russel, AC Premoli. 2005. Evidencia morfológica e isoenzimática de hibridación natural entre *Nothofagus antarctica* y *N.*



pumilio en el noroeste Patagónico. *Bosque* 26(2): 25-32. Ramírez, C. 1987. El Género *Nothofagus* y su importancia en Chile. *Bosque*: 8(2) 71-76.

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

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

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

Roxburgh, JR & D Kelly. 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., 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. A., 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. Koch Z, 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.; 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.



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

Santelices, R. & Cabello, A. Efecto del ácido indolbutírico, del tipo de la cama de arraigamiento, del substrato, y del árbol madre en la capacidad de arraigamiento de estacas de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser. *Rev. chil. hist. nat.* [online]. 2006, vol.79, n.1 [citado 2017-03-24], pp.55-64.

Soler Esteban 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 Esteban R, G Martínez Pastur, MV Lencinas, PL Peri. 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., J. Caldente, S. Donoso. 1995. Informe 1995 Investigación sobre el manejo de la Lengua - XII Región. Universidad de Chile - CONAF, 40 p.

Steinke, L. Premoli, A. Souto, C. 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, 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. 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. Efecto del ácido indolbutírico en la capacidad rizogénica de estacas de *Eucryphia glutinosa*. *Bosque (Valdivia)* [online]. 2009, vol.30, n.2 [citado 2017-03-24], pp.102-105.

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



12. ANEXOS

Anexo N° 1. Encuesta a propietarios de bosques de ñire en la comuna de Coyhaique.



INFOR 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 (silvoagropecuario). 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)				
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.					



Anexo N° 2. Encuesta sobre criterios de uso silvopastoral para bosques de ñire.

A continuación se presentan una serie de criterios que usted debe completar con la alternativa “SI” si está de acuerdo o “NO” si está en desacuerdo referente a la siguiente pregunta relacionada a los bosques de Ñire; **¿En qué lugar cree usted que es posible realizar silvopastoreo?**. Es fundamental completar la totalidad de casilleros en blanco, en caso de no saber solo dejar en blanco el casillero.

<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>						



Anexo 3. Diseño de las bases de un estudio técnico para realizar actividades de silvopastoreo en bosques de *Nothofagus antarctica* (ñirre) de la región de aysén.

INFORME

DISEÑO DE LAS BASES DE UN ESTUDIO TÉCNICO PARA REALIZAR ACTIVIDADES DE SILVOPASTOREO EN BOSQUES DE NOTHOFAGUS ANTARCTICA (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 m s.n.m. (Veblen *et al.* 1996). Posee una gran importancia ecológica otorgada por su plasticidad a colonizar y desarrollarse en situaciones restrictivas de habita 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 suma ciertos disturbios naturales (incendios, plagas) y antrópicos (talas sin criterios silvícolas), lo que han 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). Por otro lado, 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. Del mismo modo 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 inclusive 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.

En la actualidad el manejo sustentable de los sistemas silvopastorales enfrenta el desafío de compatibilizar la conservación con la necesidad de satisfacer los requerimientos sociales de las comunidades relacionadas al bosque de ñirre. Lo anterior, hace necesario la preparación del presente informe orientativo que busca establecer los lineamientos mínimos a tener en cuenta por los profesionales para el desarrollo, confección y aplicación de planes de manejo silvopastoral para bosques de *Nothofagus antarctica* en la Región de Aysén de Chile.

2. OBJETIVO

Diseñar las bases de un estudio técnico para bosques de ñire, que combine 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 entrar en discusión para la confección y aplicación de planes de manejo silvopastoral en bosques de *Nothofagus antarctica* de la Región de Aysén de Chile. Gran parte de la información de este apartado está disponible y ha sido publicada en otros estudios técnicos de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), sin embargo, es necesario relevarlos y agregar nuevos contenidos para la presente propuesta.

3.1 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 o propietaria: Corresponde al tamaño del propietario clasificado en dos categorías.

- *Pequeño propietario forestal*: La 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 1º del decreto ley N°2.247, de 1978, y las sociedades a que se refiere el artículo 6º 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.

3.2 Antecedentes generales de la propiedad

- Nombre de la propiedad: Considera el 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, S.I.I.) 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 uso 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.

3.3 Características del rodal a intervenir

3.3.1 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, n° heladas, etc) referenciando la fuente de información.
- Pendiente: Se refiere a la inclinación media del sitio a manejar, considerando los siguientes rangos de pendiente:
 - ↳ Si en el sector la pendiente está entre 0% - 30%
 - ↳ Si en el sector la pendiente está entre 30% - 45%
 - ↳ Si en el sector la pendiente está entre 45% - 60%
 - ↳ Si en el sector la pendiente es mayor a 60%
- Profundidad de suelo: Se refiere a la 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:
 - ↳ [< 10 cm] Suelo muy delgado
 - ↳ [entre 10 cm y 20 cm] Suelo delgado
 - ↳ [> 20 cm] Suelo apropiado para el manejo del bosque
- Factores limitantes para el manejo: Corresponden a 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 metros.
 - ↳ 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 metro, encontrándose a un distanciamiento medio de 10 a 20 metros.
 - ↳ 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 metro, encontrándose a un distanciamiento medio de 5 a 10 metros.
 - ↳ Pérdida de más del 30% del horizonte B.

3.3.2 Valores y estados de conservación ambiental.

En la actualidad 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 que poco a poco 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 (p.e. liebre europea, guanaco, entre otros).
- Red hidrográfica del predio: Clasificar los principales cursos de agua sean temporales y 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 (ocurrencia e historia de incendios en el predio).
 - ↳ Sobrepastoreo (áreas con presencia de suelo desnudo, pérdida de cobertura forestal).
 - ↳ Sobreexplotación forestal (pérdida de cobertura boscosa).
 - ↳ Invasiones biológicas (por ejemplo de rosa mosqueta, pino, lupino, entre otras).
 - ↳ Presencia de sectores con signos de erosión (laminar, en surcos, en masa).
 - ↳ Combinación de factores.

3.4 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 bajo una investigación agroforestal, el enfoque del objetivo debe ser silvopastoral.

En resumen el objetivo de la intervención debería ser: *Producción maderera bajo un enfoque silvopastoral.*

3.5 Características de los componentes del sistema

3.5.1 Componente forestal

3.5.1.1 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 conserva 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:

3.5.1.2 Descripción cuantitativa del rodal a intervenir

Para la evaluación de la estructura considerar variables dasométricas solicitadas en Plan de Manejo Forestal de Bosque Nativo.

3.5.2 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 (kg



MS ha⁻¹) y acumulación para estimación de carga animal. Definir si existirá la posibilidad de siembra de forrajeras. Análisis de suelo y si existe corrección de nutrientes.

3.5.3 Componente ganadero

Describir el actual método de pastoreo del predio, el tipo de ganado a integrar, número de unidades animales por hectárea (carga animal), época de usos del ñirantal.

3.6 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:

3.7 Plan operativo

Corresponde al programa de actividades y la fecha de implementación en un cuadro.

3.8 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 (p.e. protección individual de tocones, protección de regeneración natural, plantación bajo el dosel).

3.9 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.

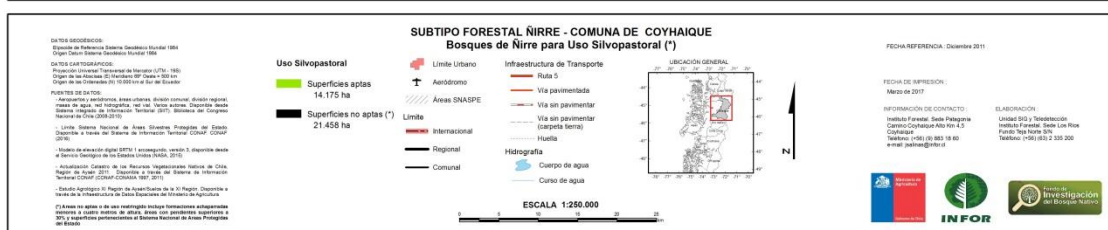
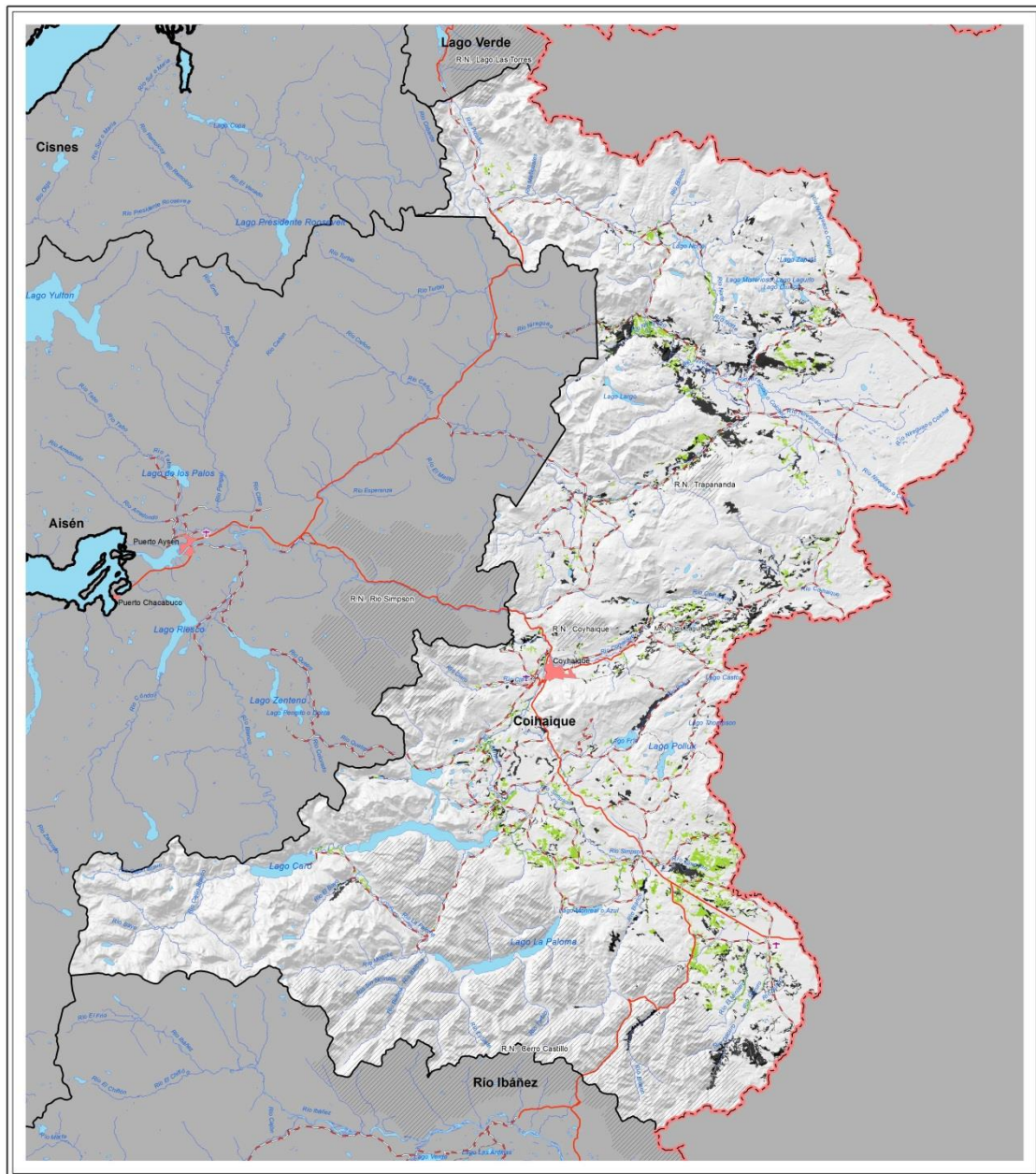
4.0 Cartografía digital

Considera la entrega de un plano general del predio que entregue al menos la siguiente información georreferenciada:

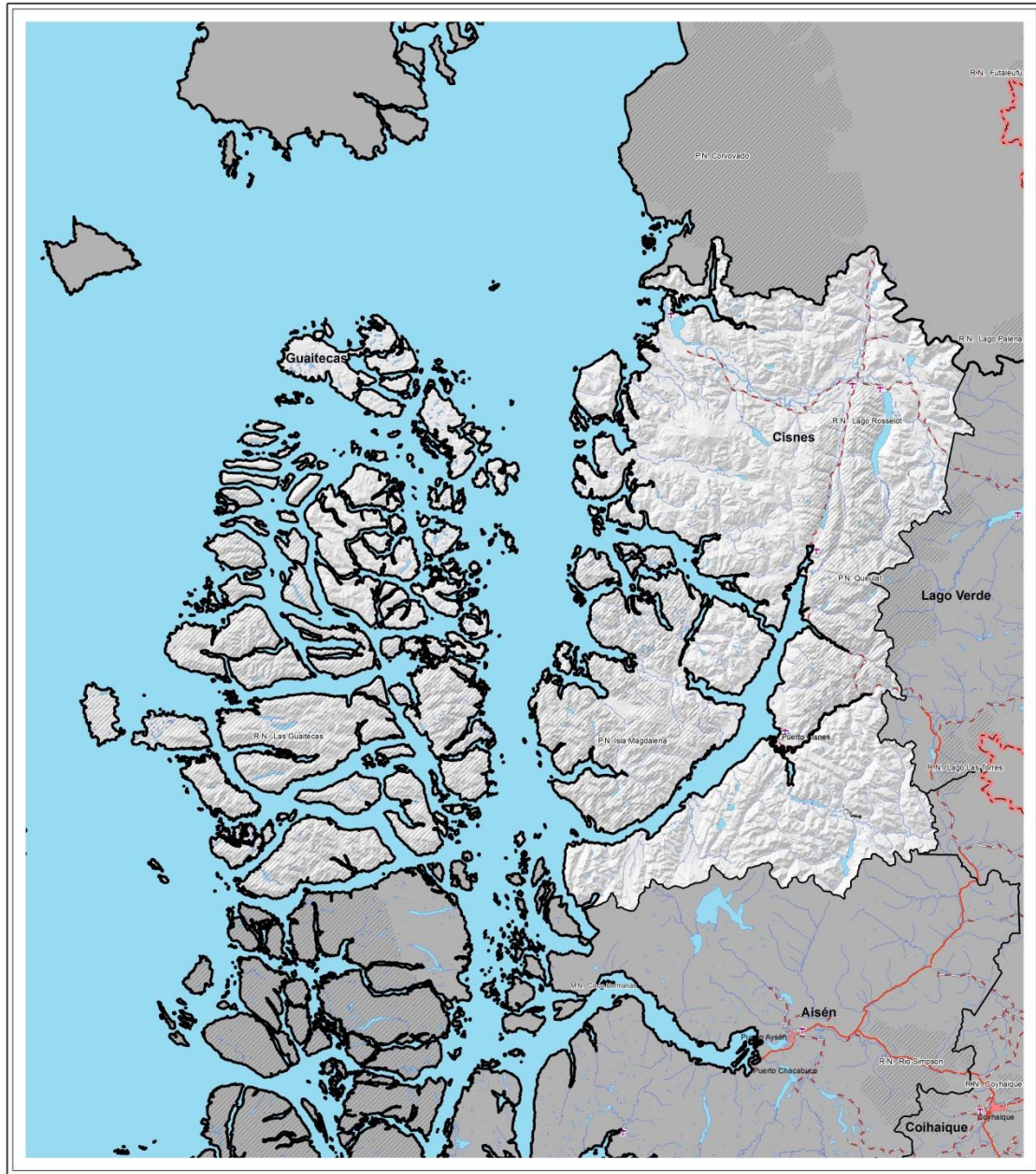
- Límites del predio
- Red hidrográfica
- Red vial, caminos existentes internos y externos, caminos o vías a construir
- Capacidad de uso del suelo y cuadro de superficies.
- Curvas de nivel
- Áreas con restricciones ambientales: graficar aquellas áreas que sea necesario proteger como resultado del análisis de las distintas variables ambientales.
- Franjas de protección a curso, 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



Anexo 4. Cartografía de Superficie Silvopastoral Sustentable de la comuna de Coyhaique.



Anexo 7. Cartografía de Superficie Silvopastoral Sustentable de las comunas de Guaitecas y Cisnes.



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

USO SILVOPASTORAL

- Superficies aptas: 6.584 ha
- Superficies no aptas (*): 9.956 ha

Infraestructura de Transporte

- Ruta 5
- Vía pavimentada
- Vía sin pavimentar
- Vía sin pavimentar (carretera tierra)
- Huella

Hidrografía

- Cuerpo de agua
- Curso de agua

USO DEL SUELO

- Limite Urbano
- Aeródromo
- Áreas GNASPE
- Limite
- Internacional
- Regional
- Comunal

FECHA REFERENCIAL: Diciembre 2011

FECHA DE IMPRESIÓN: Mayo 2017

INFORMACIÓN DE CONTACTO: Unidad Forestal Sudo Patagónica, Correo Central, Ruta 5, Coihaique, Chile. Teléfono: (56) 9 883 18 80. Email: pnt@infor.cl

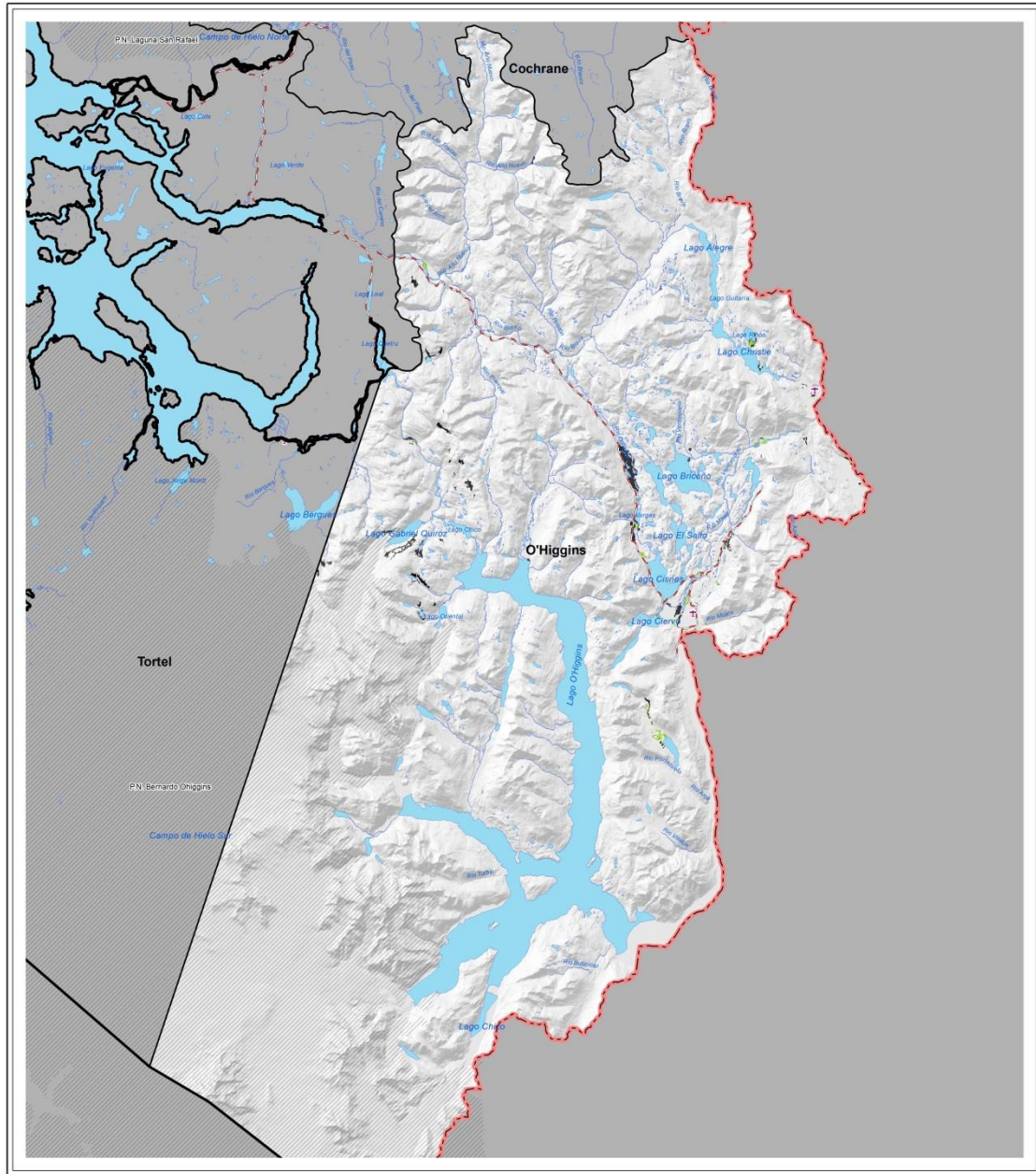
ELABORACIÓN: Unidad B10 y Teledetección, Unidad Forestal Sudo Patagónica, Correo Central, Ruta 5, Coihaique, Chile. Teléfono: (56) 9 883 18 80. Email: pnt@infor.cl

ESCALA: 1:450.000

LOGOS: INFOR, Centro de Investigación del Bosque Ñirre



Anexo 9. Cartografía de Superficie Silvopastoral Sustentable de la comuna de O'Higgins.



SUBTIPO FORESTAL NIRRE - COMUNA DE O'HIGGINS
Bosques de Nirre para Uso Silvopastoral (*)

FECHA REFERENCIA: Diciembre 2011

FECHA DE IMPRESIÓN: Marzo 2017

INFORMACIÓN DE CONTACTO:
 Unidad Forestal, Sub-Región
 Comuna de O'Higgins, Ruta 5
 Población: 1.983 personas
 Teléfono: (56) 51 883 18 40
 e-mail: pdm@for.cl

ELABORACIÓN:
 Unidad BQ y Tecnología
 Unidad Forestal, Ruta 5
 Población: 1.983 personas
 Teléfono: (56) 51 883 200 200
 e-mail: pdm@for.cl

USO SILVOPASTORAL

- Superficies aptas: 668 ha
- Superficies no aptas (*): 2.366 ha

Infraestructura de Transporte

- Ruta 5
- Vía pavimentada
- Vía sin pavimentar
- Vía sin pavimentar (carretera tierra)
- Huella

Hidrografía

- Cuerpo de agua
- Curso de agua

Limite Urbano

- Asentamiento
- Áreas GNASPE

Limite

- Internacional
- Regional
- Comunal

ESCALA 1:250.000

UBICACIÓN GENERAL

Mapa de Chile con un recuadro que indica la ubicación de la comuna de O'Higgins en la zona sur-central del país.

DATOS GEOGRÁFICOS:
 Dirección de Planificación Territorial, Santiago, Chile 2004
 Origen Datos Sistema Topográfico Nacional 1984

DATOS CARTOGRAFICOS:
 Proyección de UTM, Zona 18 Sur, Datum de Madrid (1770-186)
 Origen de los Datos: IGN, Escala 1:50.000, Datum de Madrid
 Origen de los Datos: IGN, Escala 1:50.000, Datum de Madrid

PROYECTO DE LEY:
 Antecedentes y modificaciones, planes zonales, planes comunales, estudio regional, planes de agua, uso del territorio, etc. (ver: www.mma.gob.cl, www.dgnc.cl, www.dgnc.cl, www.dgnc.cl)

Limite Urbano Nacional de Años: Cuadro Programático del Estado
 (Decreto N° 1.000 del 15 de Julio de 2004, Ley N° 20.000 del 15 de Julio de 2004)

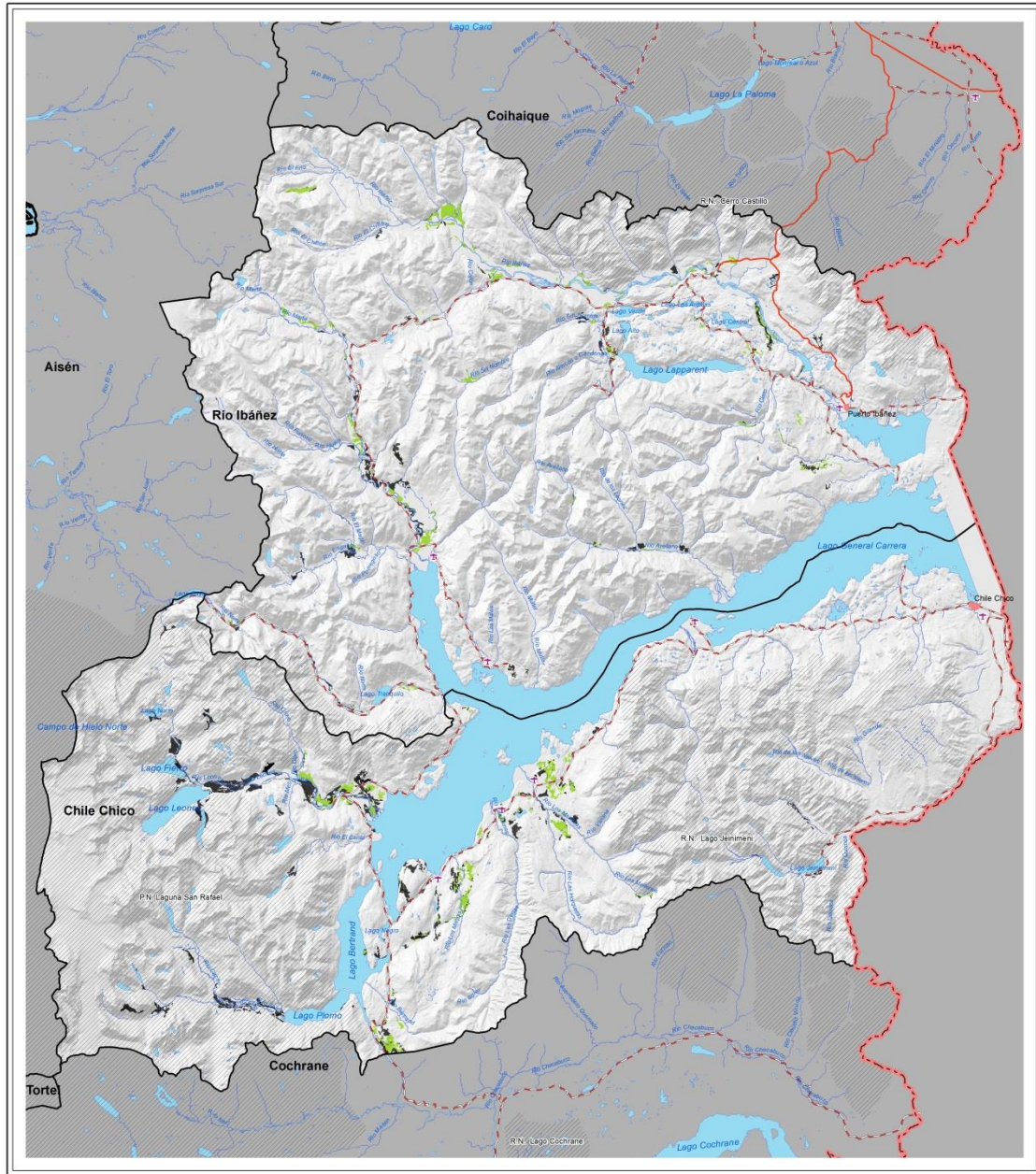
Mapa de Uso del Suelo (MUS) y Clasificación de Suelos (CS)
 (Decreto N° 1.000 del 15 de Julio de 2004, Ley N° 20.000 del 15 de Julio de 2004)

Mapa de Uso del Suelo (MUS) y Clasificación de Suelos (CS)
 (Decreto N° 1.000 del 15 de Julio de 2004, Ley N° 20.000 del 15 de Julio de 2004)

Mapa de Uso del Suelo (MUS) y Clasificación de Suelos (CS)
 (Decreto N° 1.000 del 15 de Julio de 2004, Ley N° 20.000 del 15 de Julio de 2004)



Anexo 10. Cartografía de Superficie Silvopastoral Sustentable de las comunas de Río Ibáñez y Chile Chico.



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

USO SILVOPASTORAL

- Superficies aptas: 0.584 ha
- Superficies no aptas (*): 9.995 ha

USO SILVOPASTORAL

- Superficies aptas
- Superficies no aptas (*)

Infraestructura de Transporte

- Ruta 5
- Vía pavimentada
- Vía sin pavimentar (carretera tierra)
- Huella

Hidrografía

- Cuerpo de agua
- Curso de agua

Limites

- Limite Urbano
- Áreas GNASPE
- Limite
- Internacional
- Regional
- Comunal

FECHA REFERENCIA: Diciembre 2011

FECHA DE IMPRESIÓN: Mayo 2017

INFORMACIÓN DE CONTACTO: Unidad B10 y Tecnología Forestal, Sede Los Rios, Pudahuel, Chile. Teléfono: +56 2 2 985 18 60. e-mail: pabral@infor.cl

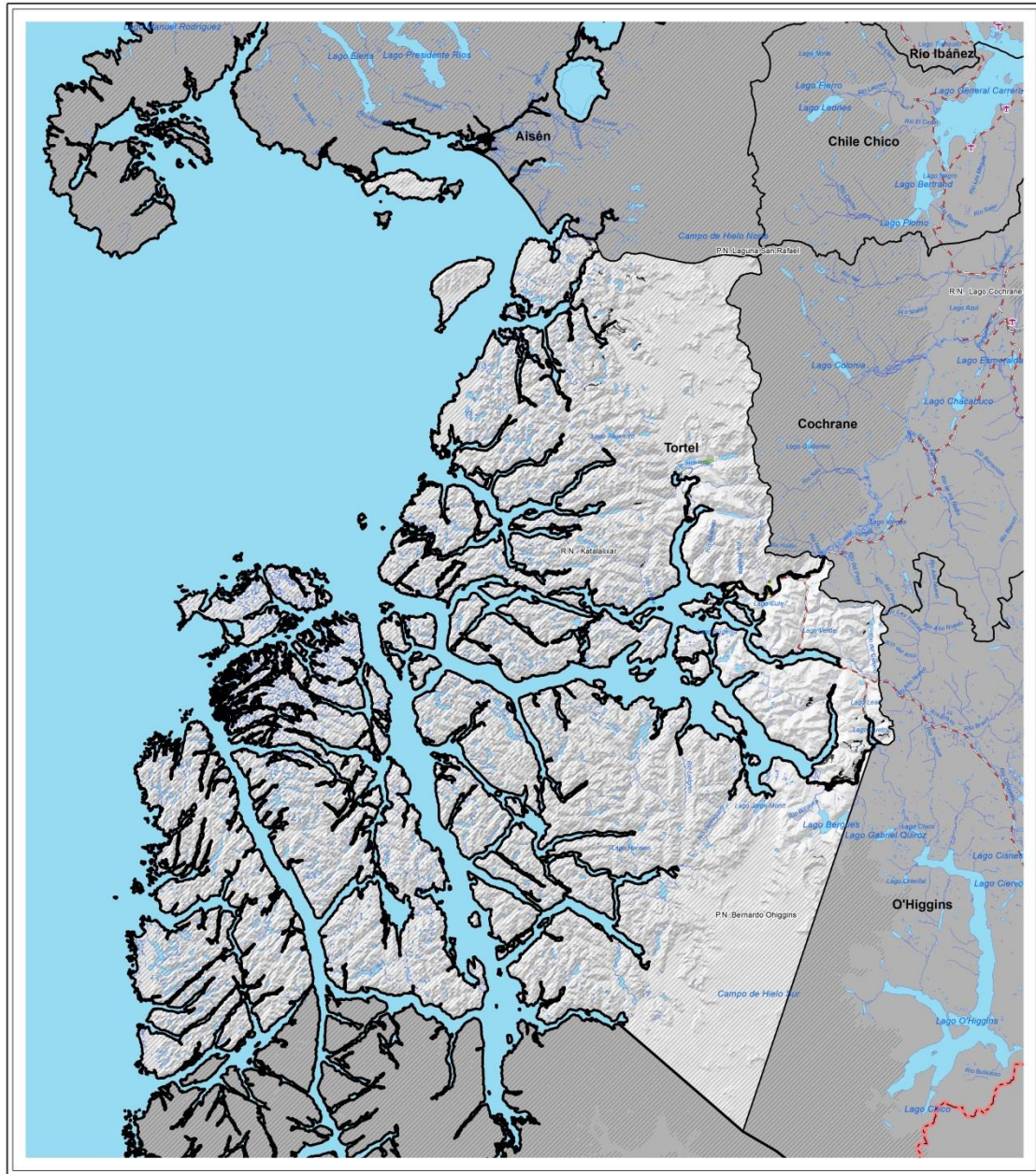
ELABORACIÓN: Unidad B10 y Tecnología Forestal, Sede Los Rios, Pudahuel, Chile. Teléfono: +56 2 2 985 18 60. e-mail: pabral@infor.cl

ESCALA: 1:250.000

LOGOS: INFOR, Centro de Investigación del Bosque Nírrre



Anexo 11. Cartografía de Superficie Silvopastoral Sustentable de la comuna Tortel.



SUBTIPO FORESTAL NÑRE - COMUNA DE TORTEL
Bosques de Nñre para Uso Silvopastoral (*)

USO SILVOPASTORAL

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

Infraestructura de Transporte

- Ruta 5
- Vía pavimentada
- Vía sin pavimentar (carretera tierra)
- Huella

Hidrografía

- Cuerpo de agua
- Curso de agua

Limites

- Limite Urbano
- Limite Aeronáutico
- Áreas GNASPE
- Limite Internacional
- Limite Regional
- Limite Comunal

UNICACIÓN GENERAL

ESCALA 1:450.000

FECHA REFERENCIAL: Diciembre 2011

FECHA DE IMPRESIÓN: Marzo 2017

INFORMACIÓN DE CONTACTO:
 Unidad Forestal, Sudo Patagonia
 Comuna Cochrane No. 14-12
 Calle 14-12 N° 18-60
 e-mail: pntn@infor.cl

ELABORACIÓN:
 Unidad SIO y Tecnología
 Unidad Forestal, Sudo Patagonia
 Comuna Cochrane No. 14-12
 Fondo Post-venta SIO
 Teléfono: +56(9) 852 200 200
 e-mail: pntn@infor.cl

Logos: INFOR, Centro de Investigación del Bosque Nörré



