



Universidad Austral de Chile

Conocimiento y Naturaleza

**“BASES PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN
ZONAS DEGRADADAS EN EL ÁREA PROTEGIDA
PRIVADA PICHIMAHUIDA, XI REGIÓN”**

Informe presentado como parte de los requisitos
de la asignatura **Practica Profesional CBIT-290**

Estudiante: Gabriela Biscarra

Profesor responsable: Rafael Coopman

Supervisor: Angel Olivares

RESUMEN

En marco de establecer bases para un plan de restauración en el Área Protegida Privada Pichimahuida se determinaron ecosistemas de referencia a través de la caracterización de diferentes estadios sucesionales dentro de la trayectoria ecológica. Lo cual se llevo a cabo mediante el establecimiento de nueve parcelas permanentes distribuidas en tres zonas topográficas (planicie, ladera y cumbre). Se caracterizaron y se identificó la presencia de atributos ecológicos de composición, especies nativas, amenazas externas y resiliencia del ecosistema. En la cumbre se reconoció un ecosistema de referencia, el cual tiene como característica ser un bosque de *N. pumilio* situado en un estado avanzando dentro de la trayectoria, estar conformado por un ensamble de especies característico de la región, además de evidenciar recuperación natural post-incendio que no estuvo influenciada por la presión ganadera.

1. INTRODUCCIÓN

La restauración ecológica es una actividad que busca iniciar o acelerar la recuperación de los ecosistemas que se han dañado, degradado o destruido con respecto a su función (procesos), integridad (composición de especies y estructura comunitaria) y capacidad de resistir a futuras perturbaciones (persistencia y resiliencia) (SER 2004), por consiguiente el objetivo final es “conducir” al ecosistema perturbado a un estado lo más parecido posible al que existía antes de la alteración (IEB, 2012). En la restauración la trayectoria ecológica es aquella que describe la ruta de desarrollo de un ecosistema a través del tiempo donde esta comienza con el ecosistema alterado y progresa hacia el estado esperado de recuperación (SER, 2004). Para planificar un proyecto de restauración es necesario tener un modelo que posteriormente se evaluará, este se denomina “ecosistema de referencia” el cual generalmente se caracteriza por ser un punto avanzado de desarrollo dentro de la trayectoria deseada, donde las fuentes de información utilizadas incluyen descripciones ecológicas y listado de especies de ecosistemas similares e intactos; remanentes del sitio que se ha de restaurar los que indiquen condiciones físicas anteriores y la biota (Fernández *et al* 2010).

En la Región de Aysén durante la mitad del siglo XX ocurrieron los más extensos e intensivos incendios de bosques registrados en Chile (CONAF, 2006). El fuego es un fenómeno de gran impacto ecológico ya que puede alterar severamente su estabilidad, a través de la modificación de la estructura y composición de especies, por ende afecta las dinámicas sucesionales e interacciones ecológicas clave del sistema. Los incendios ocasionados por los colonos con el fin de habilitar praderas para la ganadería ovina y bovina han dejado miles de hectáreas que no poseen renovación arbórea, estos terrenos se encuentran expuestos a la invasión de arbustos y hierbas exóticas, como *Rosa rubiginosa*, especie que forma matorrales densos que son capaces de excluir la vegetación nativa. Además se ha favorecido el desarrollo de intensos procesos erosivos, donde los suelos han reducido considerablemente su espesor (Quintanilla, 2007). Como medida para proteger los suelos erosionados, la Corporación Nacional Forestal en marco del D.L 701 de Fomento Forestal ha promovido plantar extensas áreas con *Pinus ponderosa* y *Pinus contorta*. Las cuales actúan como especies invasoras de praderas y pastizales, en respuesta a disturbios naturales y antropogénicos tales como supresión de fuego, pastoreo intensivo, ataque de insectos, daño por el viento y actividad volcánica (Simberloff *et al.*, 2002)

Un caso que representa lo que ha ocurrido en Región es el Área Protegida Privada Pichimahuida, aquí nace la necesidad de conservar estos terrenos, pero para ello es de vital trascendencia la restauración de las zonas degradadas. A partir del contexto mencionado, surge el objetivo general del presente trabajo el cual es determinar y describir ecosistemas de referencia en el área protegida y proyectar posibles trayectorias ecológicas (referencias temporales y espaciales). Esto se realizará en conjunto con los siguientes objetivos específicos; a) Buscar sitios que representen los estadios sucesionales del ecosistema de referencia dentro del área protegida; b) Establecer parcelas permanentes para monitorear en el tiempo.

2. METODOLOGÍA

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

Pichimahuida es un Área Protegida Privada (APP) de 1800 hectáreas situada en la comuna de Chile Chico (46°43'59.22"S, 72°55'52.50"O) en la XI Región de Aysén. El clima presente pertenece al Continental Trasandino con Degeneración Esteparia, con precipitación media anual de 1.028 mm y temperatura media de 8.2° C. (Anexo 1)

2.2 INSTALACIÓN Y MEDICIÓN DE PARCELAS

Se establecieron parcelas permanentes de 900 m² (30 x 30 m) las cuales se delimitaron con 8 tubos de PVC color naranja de 1.2 m de altura que fueron enterrados en el sustrato (**Figura 1**).

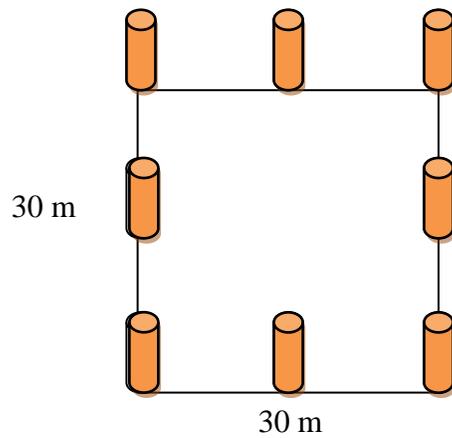


Figura 1. Esquema de delimitación parcela

Dentro de las parcelas se midió el DAP (diámetro de altura de pecho) a los 1.3 m de altura de los árboles que posean más de 5 cm de DAP o 15.7 cm de perímetro. Cada árbol fue marcado con un anillo de PVC celeste con un número correlativo amarrado con una pita al fuste, además el lugar donde se midió el DAP se destacó con Spray de color rojo. En el caso de ser árboles multifustales se consideró como árboles independientes cuando la bifurcación ocurra bajo 1.3 m de altura (**Figura 2**).

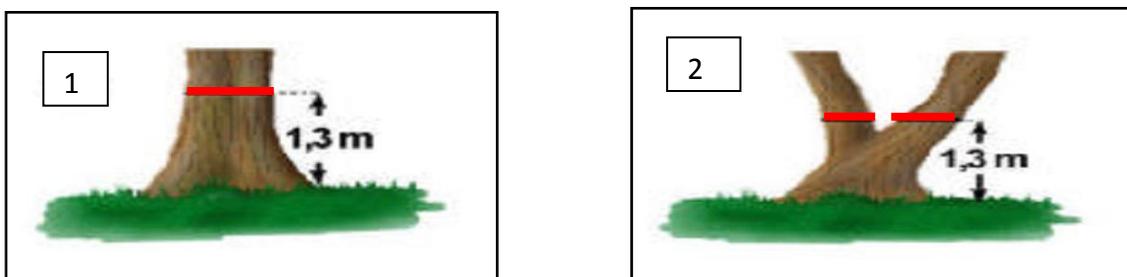


Figura 2. Esquema de medición de DAP para un árbol con un solo fuste (1) y para un árbol bifurcado o multifustal (2)

Se determinó la posición sociológica según la clasificación de copas de Kraft (**Figura 3**), cabe destacar que la imagen no cuenta con una categoría que es la E = emergente

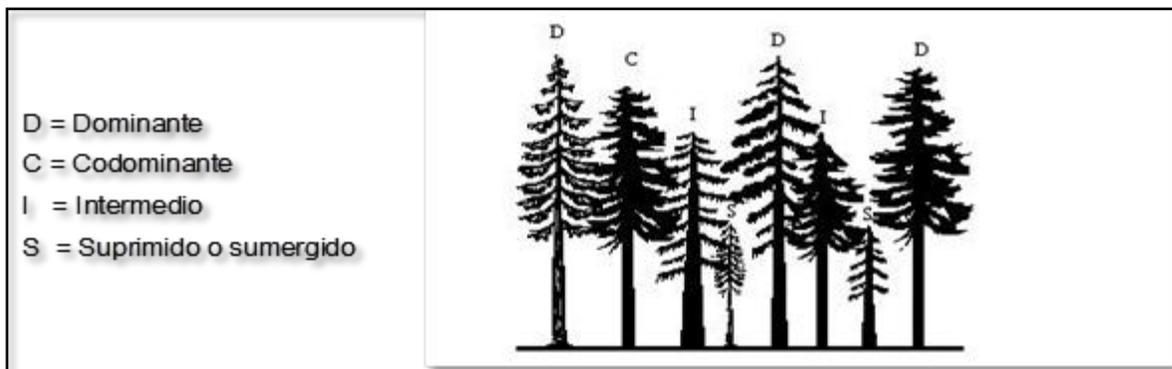


Figura 3. Esquema de clasificación de copas de Kraft

También se evaluó la sanidad del árbol en 3 categorías: Sanidad 1 (árbol sin síntomas de patógenos); Sanidad 2 (Árbol con presencia de canchales, aserrín en la base, descortezado o clorótico, pero con una intensidad de daño tal que no descalifica completamente al individuo); Sanidad 3 (Árbol completamente afectado por algunos de los factores mencionados en el punto anterior). Se contabilizaron los brinzales (individuos arbóreos de menos de 5 cm de DAP y mayor a 2 m de altura) en la mitad sur de cada parcela.

A continuación se muestra el formulario de terreno:

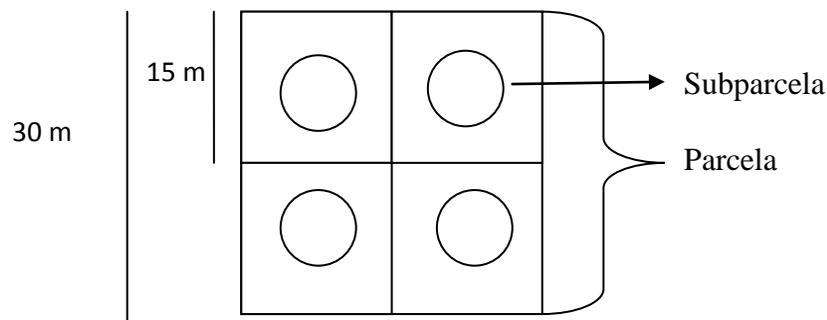
- Fecha:**
- Número de parcela:**
- Pendiente:**
- Orientación:**
- Estado Sucesional:**
- Coordenadas:**

Cuadro 1. Formulario de medición en parcelas

Número	Especie	DAP (cm)	Pos. sociológica	Sanidad	Brinzales spp -frec	Observaciones
--------	---------	----------	------------------	---------	---------------------	---------------

2.3 INSTALACIÓN Y MEDICIÓN DE SUBPARCELAS

Para medir el sotobosque y la regeneración arbórea se establecieron subparcelas circulares de 2 m de diámetro en el centro de cada cuadrante de la parcela (**Figura 4**). El centro de cada subparcela se marcó con un tubo de PVC color naranja de 1 m de altura.

**Figura 4.** Esquema de establecimiento de subparcelas

Para determinar la abundancia-cobertura de sotobosque (herbáceo y arbustivo) se utilizó la escala de Braun-Blanquet como se muestra a continuación:

Cuadro 2. Escala abundancia-cobertura Braun-Blanquet

Valor	Definición
R	Individuos solitarios con baja cobertura
+	Pocos individuos con baja cobertura
1	< 5% de cobertura o individuos abundantes con baja cobertura
2	5-25% de cobertura
3	25-50% de cobertura
4	50-75% de cobertura
5	75-100% de cobertura

Los primeros tres valores (r, + y 1) consisten mayormente en estimaciones de abundancia (o densidad) de individuos de la especie en la subparcela, mientras que los otros valores se refieren específicamente a la cobertura de la especie.

Para determinar la regeneración arbórea, desde el centro de cada subparcela se buscaron al menos 8 individuos (>5 cm y <200 cm de altura) dentro y en las cercanías de esta. Posteriormente se marcaron con un anillo de PVC celeste y se registró un código de identificación. A continuación se muestra el formulario de terreno para las subparcelas

Cuadro 3. Formulario de medición en subparcelas

Número de subparcela	Especie	Estrato herbáceo	Estrato arbustivo	Regeneración arbórea	
		Cobertura Braun-Blanquet (R, +, 1, 2, 3, 4, 5)		Código	altura

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 REPRESENTACIÓN DE ESTADÍOS SUCESIONALES

El área protegida se dividió en tres zonas topográficas; planicie, ladera y cumbre donde en cada una se establecieron tres parcelas permanentes como se representa en la **Figura 5**. (Anexo 1) El **Cuadro 4** representa la síntesis de la caracterización de los diferentes estadios sucesionales hallados en el área.

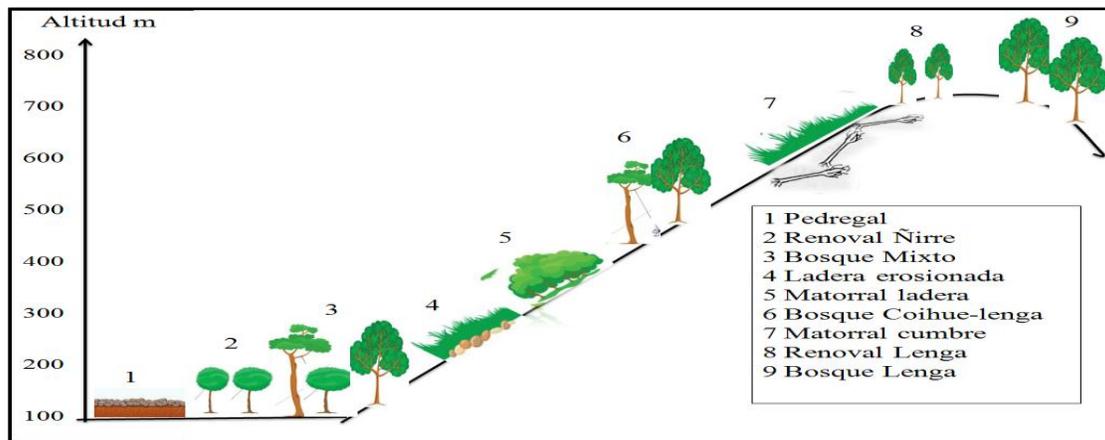


Figura 5. Esquema de establecimiento de parcelas permanentes en diferentes estadios sucesionales

Cuadro 4. Resumen de la caracterización de los estadios sucesionales

Nombre Parcela	Topografía	Estado sucesional	Estrato herbáceo	Estrato arbustivo	Estrato arbóreo	Regeneración arbórea	Observaciones
Pedregal	Planicie (270 m.s.n.m)	Primario	<i>T. officinale</i> , <i>T. repens</i> y <i>T. pratense</i>	<i>G. mucronata</i> , <i>B. patagónica</i> y <i>E. rubrum</i>	No hay	No hay	Ocurrió un derrumbe año 2000. Presencia ganado
Renoval Ñirre	Planicie (242 m.s.n.m)	Intermedio	La vegetación es principalmente arbustiva	<i>G. mucronata</i> , <i>E. rubra</i> y <i>E. rubrum</i>	Compuesto por <i>N. antarctica</i> con 13.7 cm de DAP promedio	<i>N. antarctica</i>	El área circundante es de plantación de <i>P. ponderosa</i>
Bosque Mixto	Planicie 209 m.s.n.m	Tardío	<i>B. pennamarina</i> y <i>A. ovalifolia</i>	<i>G. mucronata</i> y <i>B. ilicifolia</i>	<i>E. dominante</i> de <i>N. pumilio</i> y <i>N. betuloides</i> DAP promedio 25.8 y 13.6, <i>E. codominante</i> de <i>N. betuloides</i> , <i>E. intermedio</i> de <i>N. antarctica</i> y <i>N. coccineum</i>	<i>E. coccineum</i>	Presencia de tocones de antigua extracción de leña
Ladera erosionada	Ladera 283 m.s.n.m	Primario	<i>F. chilensis</i> y <i>B. magellanica</i>	<i>G. mucronata</i> , <i>E. rubrum</i> y <i>R. rubiginosa</i>	No hay	<i>E. coccineum</i>	Suelo evidentemente erosionado
Matorral	Ladera 316 m.s.n.m	Intermedio	<i>F. chilensis</i> y <i>B. pennamarina</i>	<i>E. rubra</i> , <i>B. microphylla</i> y <i>G. mucronata</i>	Pocos árboles de <i>N. betuloides</i> y <i>N. antarctica</i>	<i>O. andina</i> y <i>E. coccineum</i>	Árboles muertos en pie con huellas de fuego alrededor
Bosque Lengua-Coihue	Ladera 577 m.s.n.m	Tardío	<i>B. pennamarina</i> , <i>O. chilensis</i> y <i>A. ovalifolia</i>	<i>G. mucronata</i> y <i>F. magellanica</i>	<i>E. dominante</i> y <i>cod</i> de <i>N. pumilio</i> y <i>N. betuloides</i> con DAP prom de 19.8 y 22.6	No hay	Evidencia derrumbe por nieve
Matorral	Cumbre 869 m.s.n.m	Primario	<i>F. gracillima</i>	<i>C. diffusum</i> , <i>E. rubrum</i> y <i>G. mucronata</i>	No hay	No hay	Abundantes relictos con huellas de fuego alrededor
Renoval Lengua	Cumbre 849 m.s.n.m	Intermedio	<i>F. gracillima</i> y <i>B. pennamarina</i>	<i>G. mucronata</i> y <i>E. rubrum</i>	<i>N. pumilio</i> con DAP promedio de 8.5 cm, con algunos coihues acompañantes	<i>N. pumilio</i>	-
Bosque Lengua	Cumbre 777 m.s.n.m	Tardío	<i>O. chilensis</i> , <i>G. kingii</i> y <i>G. magellanica</i>	<i>M. disticha</i> y <i>M. oblongum</i> .	<i>N. pumilio</i> caracterizando todas las posiciones sociológicas con un DAP promedio de 12.5 cm	<i>N. pumilio</i>	Evidencia de incendio, pero en hay de árboles sobrevivientes que emergen el dosel

3.2 DESCRIPCIÓN ECOSISTEMA DE REFERENCIA

La Sociedad Internacional por la Restauración ha propuesto nueve atributos que se expresan durante la trayectoria ecológica en los ecosistemas restaurados. El objetivo de analizar los atributos consiste en determinar en cuales ecosistemas es necesario hacer énfasis al momento de aplicar acciones de restauración activa para que logren el ecosistema de referencia deseado. En este caso, se analizaron cuatro atributos mensurables, los otros no se consideraron porque requieren más tiempo y recursos.

El primero de ellos “composición de especies” hace alusión a que si el ecosistema cuenta con una gama de especies representativas del ecosistema de referencia, mientras que el atributo de “especies nativas” hace énfasis en que si el ecosistema posee la mayor cantidad de especies autóctonas posible. El tercer atributo es respecto al paisaje “amenazas externas”, este señala por ejemplo el riesgo de invasión de especies exóticas, plantaciones forestales o pastoreo del ganado. Por último se determino si el ecosistema es “resiliente” frente a las perturbaciones. El **Cuadro 2** en las filas muestra los estadios sucesionales donde se establecieron las parcelas permanentes, mientras que en las columnas los atributos de los ecosistemas. Se les asignó una valoración en color, rojo (no lo posee), amarillo (lo posee en menor medida) y verde (lo posee).

Cuadro 5. Atributos ecológicos de los diferentes estadios sucesionales

Atributos ecológicos Estadio sucesional	Composición de especies	Especies nativas	Amenazas externas	Resiliencia
Pedregal	Red	Yellow	Red	Red
Renoval <i>N. antarctica</i>	Green	Green	Red	Green
Bosque mixto	Green	Yellow	Red	Green
Ladera erosionada	Green	Yellow	Red	Yellow
Matorral ladera	Green	Yellow	Red	Green
Bosque <i>N. pumilio</i> y <i>N. betuloides</i>	Red	Green	Green	Yellow
Matorral cumbre	Yellow	Green	Green	Red
Renoval <i>N. pumilio</i>	Green	Green	Green	Green
Bosque <i>N. pumilio</i>	Green	Green	Green	Green

En el sector pedregal la presencia del ganado ha provocado que el ecosistema se recupere de forma lenta post-perturbación. Por consiguiente, el área se caracteriza por estar compuesta de principalmente hierbas naturalizadas y algunos arbustos que han logrado establecerse. En el renoval de *N. antarctica* la amenaza externa es otra, ya que se encuentra circundante a una plantación de *P. ponderosa*, la cual podría llegar a colonizar el sector. El bosque mixto posee una gran diversidad de especies, pero hay presencia de *R. rubiginosa* en el área, lo cual es una amenaza porque esta especie tiene un comportamiento invasor. En la ladera erosionada la pérdida de suelo en algunos sitios hace difícil su recuperación, a pesar de ello existe una buena regeneración arbórea, principalmente de *E. coccineum*, la amenaza en este ecosistema es la propagación de *R. rubiginosa* que ya está presente en el sector. El matorral de la ladera se encuentra compuesto de variadas especies, algunas naturalizadas, sin embargo hay presencia de *R. rubiginosa*. El bosque de *N. pumilio* y *N. betuloides* posee una baja diversidad de especies acompañantes, ausencia de regeneración arbórea, pero no existen amenazas externas a tratar. El matorral de cumbre es un sector que se debiera aplicar técnicas de restauración activa, ya que hace tiempo ocurrieron los incendios, no hay evidencia de que se utilizo para pastoreo del ganado ni antes, ni ahora y aun así el ecosistema no tiene señales de recuperación. Los dos últimos ecosistemas; renoval y el bosque de *N. pumilio* cuentan con los atributos que caracterizan a un ecosistema restaurado, estos dos sectores fueron quemados, pero ambos han logrado restablecerse de forma natural, sin embargo debido a que se sitúa en un estado más avanzado dentro de la trayectoria ecológica es el bosque el sector que serviría como un ecosistema de referencia para la topografía de cumbre.

Los otros dos bosques si bien no cuentan con todos los atributos que posee un ecosistema restaurado, estos son los que más se asemejan a un ecosistema de restaurado para la planicie y la ladera, por lo cual podrían de igual forma monitorearse en el tiempo.

4. CONCLUSIONES

En el Área Protegida Pichimahuida se representa lo que ha sucedido a lo largo de la historia en la región, dando como resultado que las dos amenazas que afectan la recuperación de estos ecosistemas sean la presencia de ganado bovino y la invasión de *R. rubiginosa*. Por consiguiente, las acciones restaurativas tienen que ir orientadas en la erradicación de estas. En el sector pedregal se debe eliminar la presión ganadera para acelerar la trayectoria ecológica. Por otro lado, en otros tres sectores ya hay

colonización de *R. rubiginosa*, del los cuales el que requiere mayor urgencia restaurativa es la ladera erosionada.

El estudio evidenció que hay sectores que de forma natural, sin tener presencia de estas amenazas aún no logran retomar su trayectoria esperada, como es el caso del matorral de la cumbre, donde el paisaje circundante es desolador; extensos terrenos repletos de árboles muertos que evidencian los enormes bosques que habían en la antigüedad, por esta razón sería de gran importancia para el área considerar este sector para aplicar acciones restaurativas.

El ecosistema de referencia que serviría como modelo para un proyecto de restauración en la zona cumbre es el bosque de *N. pumilio* debido a su composición, estructura, ausencia de amenazas externas y capacidad de resiliencia, además de situarse en un estado avanzado dentro de la trayectoria ecológica.

5. REFERENCIAS

Bizama G, F Torrejón, M Aguayo, MD Muñoz, C Echeverría, R Urrutia. 2011. Pérdida y fragmentación del bosque nativo en la cuenca del río Aysén (Patagonia-Chile) durante el siglo XX. *Geografía Norte Grande*(49): 125-138

Clewell A, J Aronson. 2007. *Ecological Restoration: Principles, Values, and Structure of an Emerging Profession*. 230 p.

Fernández I, N Morales, L Olivares, J Salvatierra, M Gómez, G Montenegro. 2010. Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. 149 p.

IEB (Instituto de Ecología y Biodiversidad). 2012. Plan de Restauración Ecológica del Parque Nacional Torres del Paine afectado por incendio 2011-2012. 59 pp.

Quintanilla V. 2007. Efectos actuales de las perturbaciones en los ecosistemas forestales de la Patagonia, a causa de grandes incendios de medio siglo atrás. 14 p.

Quintanilla V. 2008. Degradaciones actuales en ecosistemas nordpatagónicos de Chile, derivadas de los incendios de bosques durante el siglo pasado. *Tiempo y Espacio*(21): 0716-9671

Quiroz I, Y Rojas. 2003. Pino ponderosa & Pino oregón Coníferas para el sur de Chile. 316 p.

Quiroz C, A Pauchard, A Marticorena, L Cavieres. 2009. Manual de Plantas Invasoras del Centro-Sur de Chile. 47 p.

SER, 2004. Principios de SER internacional sobre la restauración ecológica. 15 p.

Simberloff D, MA Relva, M Núñez. 2002. Gringos en el bosque: introduced tree invasión in a native *Nothofagus/Austrocedrus* forest. *Biological Invasions*(4): 35-53

Torres MI, L Ghermandi, G Pfister. 2008. Los incendios en el noroeste de la Patagonia: su relación con las condiciones meteorológicas y la presión antrópica a lo largo de 20 años. *Ecología*

ANEXOS

Anexo 1. Límites del área protegida y puntos donde se establecieron las parcelas permanentes

