

El Colegio de la Frontera Sur

**FACTORES DE DISTURBIO, ACTORES SOCIALES Y ESTADOS
DE CONSERVACIÓN EN BOSQUES DE *Araucaria araucana*
(Molina) K. Koch EN LA CORDILLERA DE NAHUEL BUTA
CHILE**

TESIS

presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

por

Carlos Patricio Zamorano Elgueta

2008

RESUMEN

En la Cordillera de los Andes se concentra 97% de los bosques de araucaria, *Araucaria araucana*, mientras que el restante 2,9% se encuentra en el cordón montañoso de Nahuelbuta en la Cordillera de la Costa, en dos poblaciones disyuntas dentro de uno de los *hotspots* de biodiversidad mundial. En torno a estas dos poblaciones se encuentran pequeños y grandes propietarios y empresas forestales. En dicho contexto se desarrolló este estudio, cuyos objetivos fueron evaluar el estado de conservación de bosques de araucaria e identificar los principales factores de disturbio y la relación de éstos con los actores locales. El estado de conservación se determinó a través de densidad de brinzales de araucaria, indicios de la presencia de ganado doméstico, incendios, extracción de árboles y daño en estructuras reproductivas de araucaria. Se analizó el impacto de estas variables en la regeneración de araucaria. En las tres áreas de estudio los bosques presentaron niveles de alteración leves, regulares y altos, consecuencia de las presiones antrópicas históricas y actuales. Si bien araucaria es una especie protegida, la extracción de otras especies arbóreas (principalmente del género *Nothofagus*) y la ganadería presentaron un impacto negativo en su regeneración. Los registros de la primera variable fueron mayores en pequeñas propiedades, mientras que la alteración por ganadería fue similar entre éstas y propiedades de empresas forestales. Para la conservación de araucaria es probablemente más efectivo proteger el conjunto de unidades del paisaje en que crece que considerar sólo esta especie. El marco legal nacional e internacional que reconoce la importancia ecológica, cultural y económica de araucaria permite conciliar los distintos intereses y necesidades vinculados a estos bosques para su conservación. Las actividades a desarrollar deben surgir de la colaboración entre las comunidades y los otros actores involucrados, y no ser diseñadas externamente. Los actores locales deben ser los protagonistas de los cambios que se pretendan impulsar.

Palabras clave: Alteraciones antrópicas, comunidades campesinas, disturbio, bosques nativos, restauración, especies amenazadas.

1. INTRODUCCION

1.1. Los Bosques Templados de Chile y *Araucaria araucana*

Chile presenta el mayor porcentaje de especies de plantas endémicas de Sudamérica, con un 51.7% de endemismos (Davis et al., 1997), 61% de los cuales se concentran en las regiones central y centro sur del país (30° - 43°S). Esta área es reconocida como uno de los 25 *hotspots* de biodiversidad mundial (Dinerstein et al., 1995; Bryant et al., 1997; Stattersfield et al., 1998; Myers et al., 2000) y se caracteriza por una alta tasa de pérdida de hábitat y escasa protección dentro del sistema de áreas protegidas del Estado (Armesto et al., 1992). Este alto porcentaje de endemismos de los bosques templados de Chile, los cuales se distribuyen en la llamada Ecorregión de Bosques Valdivianos Lluviosos, puede compararse al de muchos ecosistemas insulares por su aislamiento geográfico desde la época del Cuaternario, que ha impedido el intercambio permanente con otras regiones biogeográficas (Armesto et al., 1992; Armesto et al., 1995; Hechenleitner et al., 2005). Son los bosques templados más importantes en superficie, junto con los de Canadá y Estados Unidos, y tienen una conexión evolutiva y geológica particular con los de Tasmania y Nueva Zelanda. Por su condición de tipo insular, además de los abundantes endemismos, destacan las particularidades adaptativas, ligadas con la polinización, la dispersión de semillas, el hibridismo y la introgresión (Donoso, 1993). Se une a los valores científicos y culturales el valor económico de las especies, muchas de ellas de alta calidad maderera y rápido crecimiento (Donoso, 1993).

La Cordillera de la Costa, en especial el cordón montañoso conocido como cordillera de Nahuelbuta, presenta un alto endemismo de flora y fauna que probablemente refleja la ubicación de refugios de la vegetación durante el último periodo glacial (Armesto et al., 1995). Debido a esto, actualmente una serie de especies de la flora leñosa chilena endémica, generalmente monotípicas, forman sólo pequeñas poblaciones discontinuas (Villagrán & Le-Quesne, 1996), representando las alteraciones de origen antrópico generadas en esta cordillera grandes impactos para la conservación de la biodiversidad

de Chile. Armesto et al. (1995) se refieren a la casi total transformación o degradación de los bosques costeros de Chile continental, con sus consecuencias ecológicas más acentuadas en la VII Región y en Nahuelbuta. Estos autores señalan como una de las principales razones de estas alteraciones las características de la serranía costera, la cual, y a diferencia de la Cordillera de los Andes, es muy extensa en sentido este-oeste, con altitudes que en general no superan los 1,500 m. Estas características le otorgan una mayor accesibilidad, y en consecuencia, una mayor desprotección. A ello se agrega la concentración de población humana en las cuencas fluviales más importantes que desembocan en el océano Pacífico (Armesto et al., 1995; Verniory, 2005; Camus, 2006; Otero, 2006).

Precisamente en la cordillera de Nahuelbuta, dentro del *hotspot* de biodiversidad, se encuentra tan sólo 2.9% (7,435 ha) de los bosques de araucaria, *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch, en dos poblaciones disyuntas. Casi la totalidad (97%, 246,279 ha) de los bosques de dicha especie se concentran en la Cordillera de los Andes (Cortés, 2003). La población costera meridional crece en paisajes muy alterados en el área de Villa Las Araucarias (38° 29'S, Montaldo, 1974; Cortés, 2003; Bekessy et al., 2004), mientras que la población septentrional y de mayor extensión en esta Cordillera se encuentra en el sector del Parque Nacional Nahuelbuta (37° 40'S, Figs. 1 y 2). La pequeña extensión de los fragmentos de Villa Las Araucarias no permitió su identificación por el Catastro de Vegetación realizado en Chile hace una década (CONAF et al., 1999), debido a que la escala de análisis consideró una superficie mínima de 6.2 ha. Un hecho preocupante lo constituye el que esta población de araucaria se encuentra en una condición de mayor fragilidad y vulnerabilidad, dadas las condiciones restrictivas de suelo, clima y presión antrópica (Cortés, 2003). Mientras en la zona andina existen numerosas áreas protegidas, en la Cordillera de la Costa, entre Nahuelbuta y Puerto Montt, sólo se encuentran alrededor de 7,500 ha de bosques nativos en esta categoría (Armesto et al., 1995). Paradójicamente, las zonas donde el bosque se refugió y sobrevivió durante la última glaciación pleistocénica, con su alto endemismo de flora y fauna, son hoy las más devastadas por el impacto humano (Armesto et al., 1995).

A través de organizaciones gubernamentales, no gubernamentales y universidades se han implementado diversas iniciativas con el objeto de revertir estos procesos en Nahuelbuta. Entre éstas se encuentran proyectos de desarrollo agropecuario y forestal, y de conservación y restauración de araucaria. Entre los programas de asistencia campesina del Estado, la entrega de subsidios representa una de las principales herramientas de apoyo a la población rural más pobre, ya que pueden llegar a representar 26.3% de los ingresos totales de esta población (MIDEPLAN, 2006).

1.2. El impacto ambiental de la colonización en los bosques de Nahuelbuta

Los bosques de araucaria de la cordillera de Nahuelbuta han estado expuestos a los diversos procesos sociales y económicos que se han desarrollado en la región y en el resto del país. En esta cordillera se desarrollaron innumerables batallas entre el pueblo mapuche y los conquistadores europeos en una guerra que se prolongó por más de 300 años, la Guerra de Arauco (Torrejón y Cisternas, 2003). La incapacidad de la corona española para derrotar militarmente a este pueblo mantuvo la autonomía del territorio mapuche durante todo el periodo de la Conquista e inicios de la Independencia de Chile, entre los siglos XVI y XIX. Este territorio constituyó la antigua “Región de la Frontera”, que se extendía de norte a sur entre los ríos Bío Bío y Toltén ($36^{\circ} 30' - 39^{\circ} 00' S$), y de este a oeste entre el océano Pacífico y la Cordillera de los Andes ($71^{\circ} 30' - 73^{\circ} 15' W$), correspondiente a la actual IX Región de la Araucanía y parte de la VIII Región del Bío Bío. Esta área, especialmente la cordillera de Nahuelbuta, se mantuvo relativamente libre de las intensas alteraciones que sufrían los recursos naturales del resto del país en la época de colonización, por cuanto la población indígena utilizaba esta cordillera como área de recolección y caza, sin establecer una población importante de manera permanente (Camus, 2006; Otero, 2006). Sin embargo, los enclaves militares españoles fronterizos habrían generado una temprana alteración ambiental dentro de su área de influencia, destacando la extinción de especies endémicas por la introducción de especies exóticas y la sustitución de cultivos mapuches, producto del contacto intercultural durante la guerra (Torrejón y Cisternas, 2003). Estas actividades derivaron en cambios de uso del suelo, en la

modificación de la cultura local y en el aumento de la mortalidad y migración indígena, llevando al pueblo mapuche a su definitivo sometimiento por parte del gobierno chileno a través de la campaña militar denominada “Pacificación de la Araucanía” en la segunda mitad del siglo XIX (Torrejón y Cisternas, 2003). Luego de esta campaña se desarrolló una agricultura intensiva en las nuevas tierras del Estado, arrasando miles de hectáreas de bosques en pocos años para la habilitación de áreas agrícolas. Este periodo de colonización comprende uno de los procesos de deforestación más extensos y rápidos registrados en Latinoamérica (Veblen, 1983, citado por Lara et al. 1995). La construcción de líneas ferroviarias intensificó aún más la explotación de los bosques, siendo la madera el principal producto transportado desde el sur del país hacia la capital, Santiago (Verniory, 2005; Camus, 2006).

Diversas alteraciones continúan impactando actualmente los bosques de araucaria en Nahuelbuta, si bien esta es una especie protegida a nivel nacional e internacional. Araucaria fue declarada Monumento Natural en 1976, ha sido incluida en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) en 1979, y es definida como especie vulnerable dentro de las categorías de conservación de la flora chilena (Benoit 1989). En la actualidad, la extracción de las especies arbóreas que crecen asociadas a esta conífera y la actividad ganadera representan prácticas comunes en estos bosques, con impactos aún no determinados en la dinámica natural de araucaria. Estas alteraciones probablemente no se desarrollan de manera homogénea en Nahuelbuta, siendo el régimen de propiedad uno de los principales factores que determinan la intensidad variable de estas presiones antrópicas. En este estudio se han incluido bosques de araucaria tanto de empresas forestales como de campesinos, en los que se caracterizó la estructura de estos bosques y se evaluó su estado de conservación, identificando las principales alteraciones en estas áreas.

1.3. Objetivos e hipótesis

El objetivo general de esta investigación es determinar el estado de conservación de los bosques de araucaria en la cordillera de Nahuelbuta y su relación con los actores locales. Los objetivos específicos son: (a) evaluar el estado de conservación de los bosques de araucaria; (b) identificar los principales factores de disturbio en los bosques de araucaria y determinar su impacto en la regeneración de la especie; (c) analizar los principales factores históricos de las transformaciones en los bosques de Nahuelbuta, y cómo éstos han derivado en el actual estado de conservación y régimen de propiedad de los bosques de araucaria; (d) definir la actual problemática que comprende la conservación y subsistencia de campesinos propietarios de bosques de araucaria en Nahuelbuta y; (e) establecer propuestas que contribuyan a la conservación de la especie. Se plantea como hipótesis la ocurrencia de altos niveles de alteración en la totalidad de las áreas de estudio, consecuencia de las presiones antrópicas históricas generadas en la cordillera de Nahuelbuta. Se espera que los mayores niveles de alteración ocurran en pequeñas propiedades, dada la necesidad de actividades productivas que permitan la subsistencia de la unidad familiar, siendo estas alteraciones menores, en términos relativos, en las medianas y grandes propiedades, cuyos propietarios dependen en menor medida de los bosques nativos.

2. MATERIAL Y METODO

2.1 . Historia natural de *Araucaria araucana*

La araucaria, o *pehuén* en mapudungun (lengua indígena mapuche), es una conífera endémica de los bosques templados de Chile y Argentina, cuyas características particulares le dan una fisonomía de gran valor estético a los bosques que forma, distinguiéndolos notablemente de cualesquiera otros entre los bosques templados sudamericanos (Montaldo, 1974; Donoso, 1993). Esta especie posee gran importancia cultural y económica para el pueblo indígena pehuenche, el cual lo considera un árbol

sagrado. De la semilla de la araucaria, el piñón, este pueblo indígena realiza múltiples usos, llegando incluso a ser utilizado en el pasado como moneda de cambio. Un claro ejemplo de esta profunda relación está dado por el significado del nombre pehuenche, que en mapudungun quiere decir “gente del pehuén”. Estas comunidades indígenas se concentran exclusivamente en la Cordillera de los Andes.

La araucaria es una de las especies arbóreas más longevas y de mayor tamaño en Chile: puede vivir sobre 1,300 años, alcanzar más de 30 m de altura y 2.5 - 3 m de diámetro (Montaldo, 1951, 1974). Su corteza es muy densa y de difícil inflamabilidad, permitiendo a esta especie sobrevivir a la constante actividad volcánica característica en su área de distribución. La corteza puede llegar a constituir hasta 25% del volumen del fuste de araucaria, con espesores de 10-14 cm (Donoso, 1993; Rodríguez et al., 1983). En la Cordillera de los Andes se encuentra entre 900 y 1,700 m (Veblen y Schlegel, 1982). En las mayores altitudes se asocia con las especies *Nothofagus pumilio* (lenga) y *N. antarctica* (ñirre), y con *N. dombeyi* (coihue) en los límites altitudinales inferiores (Donoso, 1981b). En la cordillera de Nahuelbuta, la población más septentrional se ubica entre 1,000 y 1,400 m, mientras que en el límite sur de su distribución por esta cordillera su límite altitudinal se encuentra en torno a 600 m (Montaldo, 1974; Cortés, 2003). A diferencia de la Cordillera de los Andes, en las mayores altitudes crece junto a *N. pumilio* y *N. dombeyi*, asociándose en las laderas occidentales de menor altitud con *N. alpina* (raulí) y *N. obliqua* (roble, Donoso, 1984a). Montaldo (1974) se refiere a sectores bajos en que araucaria se mezcla con especies del tipo forestal siempreverde, como *Saxegothaea conspicua* (mañío hembra), *Eucryphia cordifolia* (ulmo), *Weinmannia trichosperma* (tineo) y *Laurelia sempervirens* (laurel). Al igual que en los Andes, en los límites altitudinales de la vegetación y en bolsones de frío se asocia a *N. antarctica* (Delmastro y Donoso, 1980).

Es una especie dioica (sexos separados) y, excepcionalmente, monoica. Las flores femeninas son conos esféricos de color verde, de 15 - 20 cm de diámetro, cubiertos por escamas coriáceas y punzantes, ubicados en los extremos de las ramas nuevas. Comienzan su desarrollo a fines de noviembre (Marticorena y Rodríguez, 1995). La

polinización es anemófila. La fertilización se produce en enero, luego de la cual el cono se lignifica y endurece, diseminándose las semillas 16-18 meses después, tardando el ciclo reproductivo dos años (Donoso, 1993; Marticorena y Rodríguez, 1995). Cada cono produce de 120 a 200 semillas (piñones) con un tamaño de 4 - 5 cm de largo por 1.5 cm de ancho, de forma oblonga; carecen de alas y presentan un ligero apéndice apical (Marticorena y Rodríguez, 1995). A través de algunas aves y roedores las semillas pueden alcanzar grandes distancias, si bien éstas son principalmente diseminadas por gravedad, concentrándose la mayor parte bajo la copa, con una distancia máxima de dispersión de 11-15 m desde el árbol (Muñoz, 1984, Donoso, 1993).

Delmastro y Donoso (1980) proponen la existencia de dos ecotipos de araucaria por las distintas condiciones de clima y suelo entre ambas cordilleras, por las diferencias en las especies que componen el sotobosque, y por la capacidad de araucaria para regenerar vegetativamente desde tocones en Nahuelbuta, característica muy rara de la población de Los Andes (Montaldo 1974).

En 1959 Montaldo estimó para los bosques de araucaria de Villa Las Araucarias una superficie de 1,000 ha. En la actualidad, esta población se estima que no supera 150 ha y se encuentra inserta en paisajes dominados por la especie exótica *Pinus radiata*. En un periodo de casi 50 años esta población habría disminuido aproximadamente en un 90%, con profundas implicaciones para la conservación de la especie, por cuanto esta población presenta una diferenciación genética significativa respecto al resto de las poblaciones de *A. araucana*, tanto en Chile como en Argentina, requiriendo la mayor prioridad de conservación (Bekessy et al., 2002, 2004).

2.2. Área de estudio

Se estudiaron bosques de araucaria en tres áreas de la Cordillera de la Costa, en el cordón montañoso denominado cordillera de Nahuelbuta (Figs. 1 y 2). Las áreas de estudio presentan un clima templado lluvioso de costa occidental con influencia mediterránea (Fuenzalida, 1965, 2003). En las áreas de mayor altitud de la cordillera de

Nahuelbuta, sobre 700 m, la precipitación nival representa un fenómeno recurrente, pudiendo permanecer por más de tres meses una capa superior a 1 m de espesor sobre 1,200 m de altitud (Donoso 1981, Cortés 2003). Según Di Castri y Hajek (1976) las estaciones de otoño e invierno son las que concentran 74% de la precipitación anual, siendo la temperatura máxima y mínima promedio de 19.7 y 7.2 °C, respectivamente, con una humedad relativa promedio anual de 83%.

2.2.1. VLA

Esta área de estudio corresponde a la localidad de Villa Las Araucarias (38° 29' latitud S y 73° 12' longitud O), perteneciente a la comuna de Carahue (provincia de Cautín, IX Región de la Araucanía), en el extremo sur de la distribución de araucaria en esta cordillera, en altitudes promedio de 600 m. En esta área se encuentra el límite sur de distribución de araucaria en la Cordillera de la Costa, bosques que presentan una mayor diferenciación genética respecto al resto de la distribución de la especie tanto en Chile como en Argentina (Bekessy et al., 2002, 2004, Figs. 1 y 2). Actualmente esta población no supera 150 ha, la mayor parte de la cual pertenece a empresas forestales, comprendiendo diversos fragmentos que en general presentan una superficie inferior a 6 ha, insertos en una matriz de plantaciones de *P. radiata* y *Pseudotsuga menziesii* que dominan el paisaje.

En este entorno se inserta la localidad de Villa Las Araucarias, pequeño villorrio de 46 habitantes que se origina por usufructo de terrenos fiscales desde mediados del siglo pasado por parte de familias campesinas. La extensión de sus propiedades, que en promedio no superan 1,350 m², y las restrictivas condiciones de sitio no les permiten el desarrollo de actividades productivas. Antiguamente la mayoría de los pobladores trabajaba para grandes propietarios de áreas cercanas. Sin embargo, con la compra de estas propiedades por empresas forestales, esta fuente de trabajo ha desaparecido, ofreciendo las empresas sólo empleos temporales y mal pagados (Cortés, 2006). En este escenario, los pobladores han debido recurrir a distintas alternativas productivas, entre las que se encuentra la ganadería a pequeña escala y la compra de leña y carbón

a campesinos de otras áreas, la que es distribuida en ciudades vecinas, o vendida en el lugar a terceros.

2.2.2. OESTE

Esta área de estudio se ubica en el sector occidental, hacia el océano Pacífico ($37^{\circ} 44'$ latitud S y $72^{\circ} 55'$ longitud O). Limita con el Parque Nacional Nahuelbuta, en altitudes que oscilan entre 850 y 1,400 m. Se ubica administrativamente en la comuna de Cañete (provincia de Arauco, VIII Región del Bío Bío Figs. 1 y 2). En esta área no existen comunidades campesinas ni localidades rurales, siendo la mayor parte del territorio propiedad de empresas forestales. En esta área, entre los años cincuenta y sesenta, tuvo lugar la mayor explotación maderera de araucaria en la cordillera de Nahuelbuta. En ese entonces araucaria no era una especie protegida, representando uno de los árboles más valiosos para su comercialización, en especial por su hermosa madera, fuste recto y copa pequeña, pudiéndose obtener varias trozas de excelente calidad por cada árbol. Esta explotación estuvo a cargo de la empresa BIMA, empresa igualmente responsable de explotar a mediados del siglo pasado bosques de *Fitzroya cupressoides* (alerce) en Chaihuín, en la Cordillera de la Costa de la actual Región de los Ríos (González, 2004).

2.2.3. ESTE

Se ubica en el sector oriental colindante al Parque Nacional Nahuelbuta, hacia la Depresión Intermedia ($37^{\circ} 51'$ latitud S y $73^{\circ} 03'$ longitud O), en altitudes que oscilan entre 700 y 1,200 m. Los sitios de muestreo corresponden a las comunas de Angol y Purén (provincia de Malleco, IX Región de la Araucanía, Figs. 1 y 2). En esta área se encuentran comunidades campesinas propietarias de bosques de araucaria. Estas comunidades, principalmente compuestas por colonos chilenos que provenían de diversos poblados y áreas rurales del centro y sur de Chile, se originaron junto a la creación del Parque Nacional Nahuelbuta en 1939, a partir de la entrega de tierras fiscales.

2.3. Variables dasométricas

Para la identificación de los fragmentos se realizó un recorrido general de los bosques de araucaria en la cordillera de Nahuelbuta y entrevistas con organizaciones no gubernamentales (ONG's) y propietarios locales. Fueron seleccionados 20 sitios con superficies >5 ha (10 sitios) y <5 ha (10 sitios). Se establecieron 36 parcelas de 2,000 m² de superficie (100 x 20 m), en sentido perpendicular a las curvas de nivel, donde la vegetación arbórea presentaba una distribución homogénea y en lo posible alejada del borde del rodal. El muestreo se realizó con dos parcelas en cada sitio, exceptuando cuatro sitios en las que sólo se estableció una parcela. Las variables registradas en los árboles (individuos de >1.3 m de altura y >5 cm de diámetro) correspondieron a diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total, presencia o ausencia de daño en ramas por cosecha de conos de araucaria, número y diámetro de tocones de araucaria (cuantificación de la extracción de la especie) y número y diámetro de tocones de otras especies (cuantificación del uso de las especies asociadas). Los juveniles (<1.3 m de altura y <5 cm de diámetro) y brinzales (>1.3 m de altura y <5 cm de diámetro) se registraron en un total de 30 subparcelas de 2 x 2 m establecidas en cada una de las parcelas de 2,000 m² (10 subparcelas por cada uno de los ejes más largos, Fig. 3).

2.4. Evaluación del estado de conservación

Se determinó a través de indicios de la presencia de ganado doméstico, incendios, extracción de árboles y densidad de brinzales de araucaria, daño en estructuras reproductivas y extracción de especies acompañantes de araucaria. Estas variables, registradas en cada una de las parcelas de 100 x 20 m, fueron calificadas con una escala de puntaje cuya suma total permitió la clasificación final del estado de conservación del lugar muestreado (adaptado de Soto, 2005):

Ganado. Se estimó con el número de bostas y de senderos de ganado doméstico, así como con la densidad de juveniles y brinzales de araucaria dañada por pisoteo. El ramoneo no fue considerado al no ser araucaria una especie palatable. La puntuación

para esta variable se obtuvo como se señala a continuación: (i) número de bostas por parcela: 1 punto sin registro, 2 puntos si el valor era <10, 3 puntos si 10-30, y 4 puntos si >30; (ii) regeneración dañada por pisoteo (% del total): 1 punto sin daños, 2 puntos si <15, 3 puntos si 15- 50, y 4 puntos si >50; (iii) número de senderos por parcela: 1 punto sin registro, 2 puntos si <10, 3 puntos si 11-25 y 4 puntos si >25. Se cuantificaron todos los senderos existentes dentro de la parcela. Si un mismo sendero era interceptado por la parcela en más de una ocasión, éste era registrado como un sendero independiente. A partir de la sumatoria de los puntajes de (i) + (ii) + (iii) se obtuvo el valor total para la variable ganado, al que se asignó puntuación en función del intervalo en que se encontró dicha sumatoria. Estos intervalos correspondieron a 3-6, 7-10 y 11-12 puntos, a los que se les asignaron valores en orden ascendente de 1-3, respectivamente (Cuadro 1). La amplitud del intervalo se calculó según:

Amplitud de intervalo = máximo (12) - mínimo (3) / número de variables (3)

Incendios. La clasificación del grado de impacto por incendios comprendió el porcentaje de individuos de araucaria con heridas de fuego, identificadas visualmente a partir de la presencia de cicatrices o troncos tiznados. La puntuación se asignó según: 1 punto sin registro, 2 puntos si <25%, 3 puntos si 25-50% y 4 puntos si se registró >50% de los árboles con heridas de fuego.

Extracción de araucaria. Esta variable se basó en el área basal extraída, estimada a partir de los tocones registrados por parcela. Se asignó según: 1 punto sin registro, 2 puntos si 0-20%, 3 puntos si 20-50% y 4 puntos si > 50%.

Densidad de brinzales de araucaria. Para la definición de los intervalos de densidad se utilizaron los valores máximos y mínimos de brinzales registrados en todas las áreas de estudio. De este modo:

Amplitud de intervalo = máximo (1,600) - mínimo (0) / número de categorías (4)
= 400

Así, a densidades de brinzales de 1,201 - 1,600; 801 - 1,200; 401 - 800 y 0 - 400 se asignaron valores de 1, 2, 3 y 4 puntos, respectivamente.

Daño en estructuras reproductivas de araucaria. El puntaje asignado al porcentaje de árboles femeninos con copa dañada fue: 1 punto cuando no había daños evidentes en ningún árbol, 2 puntos si el porcentaje era <25, 3 puntos de 25-50% y 4 puntos si >50%.

Extracción de otras especies arbóreas. El puntaje se asignó según: 1 punto sin registro, 2 puntos si 0 - 20%, 20-50% 3 puntos, >50% 4 puntos.

A partir de la suma de las variables en cada sitio se determinó la categoría de conservación de los bosques de araucaria. Para ello, la amplitud de intervalo según categoría de conservación se calculó a partir de la diferencia entre el máximo y mínimo de puntuación posible de todas las variables sobre el número de categorías. De este modo, el estado de conservación de los fragmentos seleccionados se evaluó a partir de: C1, 6-9 (no alterado); C2, 10-13 (alteración leve); C3, 14-17 (alteración regular); C4, 18-21 (alteración alta) y C5, 22-24 (alteración muy alta).

2.5. Análisis

Para detectar posibles diferencias entre las parcelas y áreas de estudio se utilizó análisis de varianza (ANOVA) para las variables continuas que cumplieron con los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad una vez que se sometieron a transformaciones. La significancia de las diferencias de las variables entre las áreas de estudio se determinó con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. En el caso de las variables discretas que al ser transformadas no cumplieron alguno de los supuestos requeridos se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Zar, 1974; Morales, 2005). Se evaluaron las correlaciones bivariadas entre atributos estructurales de las parcelas y los factores de disturbio. Se utilizó un análisis de regresión lineal múltiple para determinar las variables que permiten predecir de mejor manera la

densidad de juveniles y brinzales de araucaria en cada área de estudio y para el total de las parcelas muestreadas. Se realizó una prueba de ji cuadrada con el objeto de determinar posibles diferencias de juveniles y brinzales de araucaria según origen entre las áreas de estudio. Todos los análisis fueron realizados con el software SPSS v. 11.5.

2.6. Información social e histórica

Se realizó una revisión de diversas fuentes de información que permitieron analizar los procesos sociales e históricos desde el periodo de la Conquista hasta la actualidad, haciendo énfasis en el impacto de estos procesos en los bosques de la cordillera de Nahuelbuta. Las fuentes de información comprendieron revisión de estadísticas nacionales y regionales, documentos y bibliografía, entrevistas semiestructuradas a personal de ONG's locales y de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), observación directa y entrevistas en profundidad a informantes clave de comunidades campesinas sobre su vida, experiencias o situaciones personales tal y como fueron expresadas en sus propias palabras (Peón, 2001).

3. RESULTADOS

3.1. Régimen de propiedad

En sectores cercanos al Parque Nacional Nahuelbuta, en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa, se encuentran la mayoría de los escasos campesinos propietarios de bosques de araucaria de esta Cordillera, algunos de los cuales limitan con el Parque. Exceptuando este sector, son las empresas forestales y los grandes propietarios los principales actores vinculados a los bosques de araucaria. Es así como, en general, los bosques de araucaria se concentran en propiedades cuya extensión sobrepasa las 1,000 ha (Figs. 1 y 2).

3.2. Estructura de los bosques de araucaria

Las áreas de estudio se caracterizaron por tener bosques de diversos estratos formados exclusivamente por *Nothofagus dombeyi*, araucaria, y en menor medida, *N. obliqua*. En las áreas Oeste y Este se registraron los árboles de araucaria de mayores diámetros y alturas, presentando ésta última localidad los mayores valores de área basal de araucaria. VLA presentó los menores valores de densidad, área basal y de riqueza de especies arbóreas entre las tres áreas de estudio. En esta área el estrato superior del dosel está compuesto principalmente por araucaria como especie dominante, la que en general no supera los 12 m de altura, ocupando *N. dombeyi* los estratos inferiores, con algunos individuos en el estrato emergente (Cuadro 2). En condiciones limitantes de sitio es característica la asociación de araucaria con *N. antarctica*, *Lomatia hirsuta* y *Embothrium coccineum*. Se observaron pequeños fragmentos de araucaria muy definidos en áreas especialmente restrictivas, los que presentaron una estructura vertical muy simple, con individuos de araucaria en la mayoría de las clases de altura y árboles de *N. antarctica* inferiores a 5 m de altura.

En general, los bosques del área Oeste presentaron un estrato superior mayor a 20 m de altura, siendo *N. dombeyi* la especie con los mayores valores de densidad y área basal. Araucaria comúnmente se encuentra como especie codominante, con algunos individuos en el estrato emergente. El dosel inferior se compone de diversas especies, entre las que destacaron *N. obliqua*, *L. hirsuta*, *Gevuina avellana* y *Drimys winteri*. Parcelas con menor densidad de brinzales de araucaria presentaron bosques de estructura simple, con un dosel superior dominado por algunos árboles de esta especie y *N. dombeyi*, y con una mayor densidad de especies intolerantes y semitolerantes a la sombra como *G. avellana*, *L. hirsuta* y *E. coccineum*. En estas parcelas se registraron individuos de las especies exóticas *Eucalyptus* spp. y *P. menziesii*, las que ocupan los estratos superiores del dosel en una de las parcelas con mayor alteración de esta área (Cuadro 2).

Los bosques del área Este presentaron una estructura similar a la ya descrita para VLA y Oeste, aunque con una mayor riqueza y densidad de árboles. Los sitios se caracterizaron por la dominancia de *N. dombeyi*, con araucaria en algunas parcelas sólo en las clases de diámetro extremas. La mayor riqueza de especies arbóreas se registró principalmente en los estratos inferiores, destacando *D. winteri*, *G. avellana*, *Dasyphyllum diacanthoides* y *N. alpina*. La especie *N. obliqua* en algunas parcelas presentó las mayores densidades de árboles en las clases inferiores de diámetro, ocupando en algunas situaciones el estrato codominante del dosel. Las clases superiores comprenden individuos de *N. dombeyi* y araucaria en muy bajas densidades. Sin embargo, se registraron los mayores valores de área basal para esta conífera, fundamentalmente por la presencia de grandes árboles en los estratos emergentes con alturas cercanas a 30 m y diámetros superiores a 160 cm. Esta es la única área de estudio que no presentó especies arbóreas exóticas dentro de los bosques muestreados (Cuadro 2).

3.3. Estados de conservación

La mayor parte de las parcelas muestreadas presentaron niveles de alteración leves y regulares (Fig. 4). En VLA se registraron principalmente alteraciones regulares, mientras que en el área Oeste se registró el mayor número de parcelas con alteraciones altas de las tres áreas de estudio (Fig. 4). El área Este presentó similar número de parcelas con alteraciones en las categorías leve y regular, comprendiendo la única área de estudio que no presentó parcelas con alteración alta (Fig. 4).

En las tres áreas de estudio la mayor alteración está dada por la densidad de brinzales (Cuadro 3), lo cual es especialmente preocupante por cuanto ésta comprende los potenciales árboles que se establecerán (Figs. 5 y 6). Las variables que siguieron en importancia corresponden a ganadería, incendios, extracción de araucaria y de otras especies arbóreas, las que presentaron similares valores en las tres áreas de estudio (Cuadro 3). En el área Este la extracción de otras especies arbóreas presentó mayor alteración en comparación a las otras áreas de estudio, al igual que densidad de

brinzales (Cuadro 3). Los mayores registros de extracción de área basal de araucaria correspondieron al área Oeste y los menores al área Este (Cuadro 3, Fig. 7)

3.4. Regeneración de araucaria

La regeneración de araucaria fue mayor en el área Oeste, registrándose los menores valores en VLA (Figs. 5 y 6). En general en VLA más de 60% de los juveniles tenían origen vegetativo, mientras que en las áreas Oeste y Este éstos provenían mayormente de semillas, con un 20 a 30% de origen asexual. En VLA se encontró casi la totalidad de los brinzales originados a partir de rebrotes, con una proporción similar de individuos de origen sexual y asexual para las dos últimas áreas de estudio. Se determinaron diferencias significativas entre las áreas de estudio para densidad total de brinzales y brinzales originados a partir de rebrote (Figs. 5 y 6; prueba de heterogeneidad de ji cuadrada, densidad total de brinzales $\chi^2 = 40.33$; g.l. = 26; $P = 0.036$; brinzales de rebrote: $\chi^2 = 34.41$; g.l. 14; $P = 0.002$).

Sólo a una pequeña fracción de los individuos de araucaria fue posible identificar el sexo, debido a la dificultad de observar en los árboles de mayor altura su estructura reproductiva. A partir de esta información se estimó la proporción de hembras y machos. De las tres áreas de estudio, VLA es la única que presentó una menor cantidad de hembras (30%) en relación a los machos (70%). El área Oeste presentó una situación contraria, al representar los árboles hembras (77%) el triple de los machos (23%). Una situación diferente a las descritas comprende el área Este, al registrarse una proporción prácticamente igual entre individuos hembras y machos (cuadro 4).

3.5. Disturbios, estructura y regeneración de araucaria

Entre las tres áreas de estudio las variables que presentaron diferencias fueron número de árboles con heridas de fuego ($P < 0.01$), área basal extraída de otras especies ($P < 0.05$) y riqueza de especies arbóreas ($P < 0.05$). Respecto a la primera variable, VLA

presentó valores más altos en relación a las otras áreas de estudio, mientras que en las restantes VLA presentó menores registros en relación al área Oeste.

En VLA se encontró una asociación negativa entre el número de senderos de ganado doméstico y el área basal total ($r = -0.545$, $P < 0,05$), mientras que el número de bostas se asoció de manera directa con el área basal extraída de otras especies ($r = 0.523$, $P < 0.05$) e inversamente con la densidad de juveniles provenientes de semilla ($r = -0.572$, $P < 0.05$). El número de árboles con heridas de fuego se asoció tanto con la regeneración total de araucaria ($r = -0.783$, $P < 0.01$) como con la densidad de brinzales originados de raíz ($r = 0.666$, $P < 0.05$) y con la densidad total de juveniles ($r = 0.543$, $P < 0.05$). El área basal extraída de araucaria se relacionó con la densidad de brinzales provenientes de raíz ($r = 0.852$, $P < 0.001$), mientras que el área basal extraída de otras especies se asoció inversamente con la regeneración total de araucaria ($r = -0.548$, $P < 0.05$) y con el área basal de esta especie ($r = -0.577$, $P < 0.05$). Esta última variable se encontró asociada de manera directa con el área basal total ($r = 0.669$, $P < 0.05$) y con la regeneración total de araucaria ($r = 0.525$, $P < 0.05$, Cuadro 5).

En el área Oeste el número de senderos se asoció negativamente con heridas de fuego ($r = -0.751$, $P < 0.01$) y con el área basal de araucaria ($r = -0.572$, $P < 0.05$). El número de bostas se asoció de manera inversa con la regeneración total de araucaria ($r = -0.586$, $P < 0.05$), la cual se relacionó de manera positiva con el área basal total ($r = 0.885$, $P < 0.001$) e inversamente con el área basal extraída de otras especies ($r = -0.644$, $P < 0.05$). Esta variable se encontró asociada de manera negativa con la regeneración total de araucaria ($r = -0.644$, $P < 0.05$), con la densidad de brinzales originados de raíz ($r = -0.736$, $P < 0.05$) y con la densidad total de juveniles ($r = -0.632$, $P < 0.05$). El área basal de araucaria se relacionó con el número de árboles con heridas de fuego ($r = 0.703$, $P < 0.05$, Cuadro 5).

En el área Este el número de bostas se asoció negativamente con el número de árboles con heridas de fuego ($r = -0.464$, $P < 0.05$), con el área basal extraída de

araucaria ($r = -0.438$, $P < 0.05$), con la regeneración total de esta especie ($r = -0.452$, $P < 0.05$) y con el área basal total ($r = -0.488$, $P < 0.05$). El número de árboles con heridas de fuego se asoció de manera positiva con la densidad total de brinzales ($r = 0.595$, $P < 0.01$), con la densidad de brinzales originados de semilla ($r = 0.634$, $P < 0.01$), con la densidad total de juveniles ($r = 0.559$, $P < 0.05$), con la densidad de juveniles provenientes de semilla ($r = 0.601$, $P < 0.01$) y con la regeneración total de araucaria ($r = 0.585$, $P < 0.01$). El número de árboles con heridas de fuego se relacionó de igual modo con el área basal total ($r = 0.730$, $P < 0.001$), con el área basal de araucaria ($r = 0.739$, $P < 0.001$) y de manera negativa con el área basal extraída de otras especies ($r = -0.757$, $P < 0.001$). Estas últimas dos variables presentaron entre sí una relación inversa ($r = -0.612$, $P < 0.01$). El área basal extraída de araucaria se relacionó con densidad de brinzales de raíz ($r = 0.440$, $P < 0.05$), mientras que la regeneración total de araucaria se asoció de manera directa con la densidad total de árboles ($r = 0.729$, $P < 0.001$) y con la densidad de árboles de araucaria ($r = 0.418$, $P < 0.05$). El área basal total se encontró directamente asociada con la densidad total de brinzales de araucaria ($r = 0.412$, $P < 0.05$) y con el área basal de araucaria ($r = 0.698$, $P < 0.001$) y de manera inversa con el número de bostas ($r = -0.488$, $P < 0.05$) y con el área basal extraída de otras especies ($r = -0.767$, $P < 0.001$, Cuadro 5).

El análisis de los datos conjuntados para las tres áreas de estudio permitió detectar una relación negativa entre el número de árboles con heridas de fuego y el área basal extraída de otras especies ($r = -0.508$, $P < 0.001$) y una asociación directa con la densidad de brinzales originados de raíz ($r = 0.652$, $P < 0.001$). La riqueza de especies se asoció inversamente con la densidad total de brinzales ($r = -0.314$, $P < 0.05$) y con la densidad de brinzales provenientes de raíz ($r = -0.306$, $P < 0.05$), mientras que el área basal extraída de araucaria se relacionó con regeneración total de esta conífera ($r = 0.450$, $P < 0.01$). La densidad de araucaria se asoció negativamente con área basal extraída de otras especies ($r = -0.468$, $P < 0.01$) y directamente con la densidad total de árboles ($r = 0.439$, $P < 0.01$). El área basal extraída de otras especies se encontró inversamente asociada con la regeneración total de araucaria ($r = -0.320$, $P < 0.05$) y con la densidad de brinzales originados de raíz ($r = -0.472$, $P < 0.01$). El número de

bostas se asoció con área basal extraída de otras especies ($r = 0.328$, $P < 0.05$), mientras que el área basal total se relacionó de manera negativa con el número de senderos ($r = -0.390$, $P < 0.01$) y, de manera positiva, con la regeneración total de araucaria ($r = 0.540$, $P < 0.001$, Cuadro 5).

Se ajustó un modelo de regresión lineal múltiple (procedimiento por pasos, *stepwise*) a partir de variables relacionadas con los factores de disturbio (ganadería, incendios, extracción), de estructura del rodal y del sitio. Se eligió un modelo con dos variables predictoras independientes de signo contrario que explicaron 36% de la varianza del número de brinzales (Y) entre las 36 parcelas evaluadas: $Y = 338.9 + 601.6 X_1 - 324.3 X_2 + \varepsilon$ ($F_{2,33} = 10.9$, $P < 0.001$), donde $X_1 =$ área basal extraída de *A. araucana* ($t = 3.43$, $P = 0.002$) y $X_2 =$ área basal extraída de otras especies ($t = -2.83$, $P = 0.008$).

Para predecir la densidad de juveniles (Y) el modelo seleccionado explicó 27% de la varianza e incluyó cuatro variables predictoras independientes: $Y = -1,069.0 + 1.6 X_1 + 1307.9 X_2 - 1039.9 X_3 + 124.2 X_4 + \varepsilon$ ($F_{4,31} = 4.3$, $P < 0.01$), donde $X_1 =$ altitud ($t = 2.36$, $P = 0.025$), $X_2 =$ área basal extraída de *A. araucana* ($t = 2.05$, $P = 0.048$), $X_3 =$ área basal extraída de otras especies ($t = -2.49$, $P = 0.018$) y $X_4 =$ riqueza de especies arbóreas ($t = 1.28$, $P = 0.210$).

Para predecir la densidad de juveniles y brinzales en conjunto (Y), se eligió un modelo similar con las mismas variables predictoras independientes, excepto riqueza de especies, que explicaron 32% de la varianza: $Y = -294.1 + 1.9 X_1 + 1,619.9 X_2 - 1,344.9 X_3 + \varepsilon$ ($F_{3,32} = 6.4$, $P < 0.01$), donde $X_1 =$ altitud ($t = 2.211$, $P = 0.034$), $X_2 =$ área basal extraída de *A. araucana* ($t = 2.22$, $P = 0.034$) y $X_3 =$ área basal extraída de otras especies ($t = -2.71$, $P = 0.011$).

3.6. Impacto ambiental de los procesos sociales e históricos

Lara et al. (1999) estimaron que la superficie de bosques remanentes en las Regiones VIII y IX correspondía a 34 y 31% de los bosques existentes antes de la colonización europea, comprendiendo las mayores tasas de deforestación del país, y las que concentraban la mayor extensión de plantaciones de especies forestales exóticas (Cuadros 6, 7 y 8). En estas regiones el tipo forestal araucaria ocupa actualmente 39% y 56% de la superficie estimada hacia 1550, derivando en praderas, matorrales y otros tipos de vegetación nativa (Lara et al., 1999, Cuadro 6). Junto con la disminución de los bosques nativos, también se alteró su estructura y composición, destacando la alta proporción de bosques secundarios o renovales que en general supera 50% de los bosques remanentes y que indica el verdadero impacto antrópico sobre ellos (Lara et al., 1999, Cuadro 6). En las regiones VIII y IX, 69 y 49% de los bosques remanentes correspondieron a renovales, mientras que en las comunas de Carahue y Cañete (IX y VIII Regiones), estos representaron 65% de los bosques, superficie que aumentó a 86% y 95% en Angol y Purén (IX Región, Lara et al., 1999; CONAF et al., 1999, Cuadros 6 y 7). En las regiones VIII y IX la superficie de praderas, matorrales y terrenos agrícolas aumentó a expensas de los bosques de 30 a 45% y de 10 a 55%, respectivamente (Lara et al., 1999, Cuadros 6, 7 y 8). Para la VIII Región, 50% de la superficie ocupada por plantaciones de especies exóticas y áreas agrícolas correspondían originalmente a bosques nativos, mientras que en la IX región 90% de estas plantaciones se establecieron en áreas originalmente cubiertas por bosques (Lara et al., 1999, Cuadro 6). Actualmente, el principal uso del suelo de las regiones VIII y IX corresponde a agricultura y plantaciones forestales de especies exóticas. En Carahue la actividad agrícola ocupa la mayor parte de la superficie comunal, correspondiendo a las plantaciones forestales el cuarto lugar de importancia. En Cañete, en cambio, las plantaciones cubren la mayor parte de la comuna, siguiendo en importancia los terrenos agrícolas y bosques. Angol presenta una mayor cobertura de bosques y plantaciones, mientras que Purén presenta como principal uso de suelo praderas y matorrales (CONAF et al., 1999, Cuadros 7 y 8).

Los cambios de uso del suelo se relacionan igualmente con cambios en la población rural. A nivel nacional, entre 1952 y 2002 la población rural disminuyó de 39% a 13%, mientras que en las Regiones VIII y IX para este periodo la disminución fue de 47 a 18% y de 65 a 32%, respectivamente (INE, 2003, Cuadro 9). Actualmente, de las Comunas a las que pertenecen las áreas incluidas en este estudio, Carahue es la que presenta la mayor población rural, con 54.8% de la población en esta condición, mientras que la menor corresponde a Angol, con 10.6% (INE, 2003; MIDEPLAN, 2007, Cuadro 10). Estas regiones administrativas, además, son las que presentan los mayores niveles de pobreza del país, superando ampliamente el promedio nacional, en especial la VIII Región, que a su vez presenta la mayor tasa de migración interregional (INE, 2003; MIDEPLAN, 2007, Cuadro 10). Los niveles de pobreza son aún mayores a nivel de comuna. Carahue y Purén presentan 27.6 y 25% de su población en esta condición, prácticamente el doble del promedio nacional (13.7%). Exceptuando Angol, todas las comunas presentan saldos migratorios negativos (INE, 2003; MIDEPLAN, 2007, Cuadro 10).

4. DISCUSION

4.1. Estados de conservación de bosques de araucaria en la cordillera de Nahuelbuta

4.1.1. Área VLA

Las restrictivas condiciones de sitio en que se desarrollan estos bosques están dadas por suelos delgados, de textura areno-arcillosa y de alta densidad (Cortés 2003), lo que deriva en un limitante régimen de aire y agua para una adecuada germinación y establecimiento de la regeneración. Para Los Andes, Donoso (1993) señala que las extremas condiciones ambientales de las altitudes mayores determinan la existencia de comunidades discretas muy definidas de *Nothofagus pumilio* y de araucaria, las cuales forman a veces verdaderas islas de vegetación, lo que también se observó en esta

área de estudio. Al parecer, en VLA los incendios y extracción de especies acompañantes de araucaria representan un impacto negativo en esta conífera, disturbios que pueden explicar los menores registros de regeneración de las tres áreas de estudio. Ambas alteraciones estimulan el desarrollo de regeneración originada a partir de rebrotes, siendo esta área la que presenta los mayores registros de árboles con heridas de fuego. Junto a estas alteraciones, otro de los factores que puede explicar la escasez de individuos de origen sexual está dado por la proporción de árboles hembra de araucaria, siendo la menor de las tres áreas de estudio. El aumento en el número de senderos se asocia a una menor área basal total, ya que es común que con la explotación de los bosques se desarrolle una actividad ganadera paralela o posterior a ésta. Aunque no se determinó una relación directa entre la regeneración total de araucaria y la actividad ganadera, probablemente ésta tiene relación con una mayor compactación del suelo, ya que araucaria no es una especie palatable, como si ocurre con *N. dombeyi*; Cortés (2003) reporta daños por esta causa entre 50 y 80% del total de juveniles y brinzales en Villa Las Araucarias. Este disturbio acentuaría las restrictivas condiciones para el establecimiento y desarrollo de las plántulas de araucaria en el área. El impacto que representa la corta de especies acompañantes de esta conífera en su regeneración puede originarse por causas similares a las generadas por la ganadería, como la compactación de suelo. Sin embargo, el transporte de los árboles talados se realiza con tracción animal, pudiendo ser estos impactos mayores si se utilizara maquinaria. Otra causa posible tiene relación con los daños producidos por el volteo de los árboles.

A través de tarugos de incremento, Cortés (2003) determinó que hasta un 50% de los individuos de araucaria han sido afectados por incendios, concentrándose en las clases de diámetros superiores los árboles con heridas de fuego. El alto número de árboles con heridas superficiales registrados por este estudio evidencia el régimen de incendios a los que estos bosques han estado expuestos tanto en el pasado como en el presente. De este modo, y como lo sugiere Cortés (2003), las mayores alteraciones existentes en estos bosques han derivado en un mayor origen asexual de la regeneración de araucaria. Aunque en este estudio se registró un escaso número de árboles con daños

por la extracción inadecuada de semillas, Cortés (2003) se refiere a ésta como uno de los factores que derivan en la menor regeneración de origen sexual. Junto a estos disturbios, la presencia de árboles de *Pseudotsuga menziesii* representa otra evidencia de las altas alteraciones de los fragmentos de araucaria y del entorno natural en que éstos se insertan.

4.1.2. Área Oeste

Aunque no fue evaluado, la mayor complejidad estructural y riqueza de especies en esta área se deben probablemente a un suelo de mejores características físicas, más profundo y con mayor contenido de materia orgánica en comparación con VLA (C. Zamorano, observ. pers.). El área Oeste presenta los mayores registros de extracción de araucaria y altos valores de explotación de especies asociadas a esta conífera. Si bien la primera no presenta impactos significativos en la regeneración de araucaria, la extracción de otras especies se relaciona negativamente con ésta. Es así como la regeneración de esta conífera es mayor en bosques más densos y de mayor área basal, asociación que se observa también para la densidad de árboles de araucaria. Sin embargo, la relación positiva entre el área basal de araucaria con el número de árboles con heridas de fuego sugiere la importancia de los incendios en la dinámica natural de araucaria.

Junto a estas alteraciones destaca la actividad ganadera desarrollada por algunos propietarios vecinos de los predios de las empresas forestales, quienes utilizan estos bosques como refugio y fuente de forraje. Este ganado en muchos casos accede igualmente al Parque Nacional Nahuelbuta, comprendiendo una de las principales amenazas para la conservación de los bosques de esta área protegida. La relación negativa entre la ganadería y el área basal de araucaria se explica por la actividad ganadera paralela o posterior a la explotación de los bosques, como ya se ha mencionado. En esta área de estudio se registró la mayor densidad de regeneración de araucaria, si bien se determinó una influencia negativa de la ganadería en ésta. Ello posiblemente se debe a la alta densidad de juveniles y brinzales registrada en algunas

parcelas, regeneración que presentaba una distribución agrupada en áreas de poco tránsito de ganado, según observaciones de campo del autor. En el área Oeste se registra la mayor densidad de árboles hembra de araucaria, el cual triplica al número de árboles macho, lo que puede contribuir a explicar el alto porcentaje de juveniles y brinzales originados a partir de semillas.

Destaca la presencia de árboles de las especies exóticas *Eucalyptus* spp. y *P. menziesii* en una de las parcelas de mayor alteración de esta área de estudio, las que ocupan los estratos superiores e intermedios. Esto es particularmente grave, por cuanto no se conocen los impactos que puede generar en la dinámica de araucaria la coexistencia con estas especies exóticas, en especial con *Eucalyptus* spp, la cual genera un efecto alelopático que inhibe el establecimiento de otras plántulas (Adlard, 1987). A diferencia de los individuos de estas especies registrados en VLA, estos árboles fueron establecidos en el lugar por terceros, no existiendo plantaciones de estas especies en áreas cercanas (C. Zamorano, observ. pers.). Estas alteraciones han derivado en el mayor número de parcelas en la categoría alteración alta de las tres áreas de estudio. Destaca de igual modo el mayor registro de árboles de araucaria con daño por extracción de piñones, a través de la corta y destrucción de numerosas ramas.

4.1.3. Área Este

Al igual que los fragmentos de araucaria del area VLA, la mayor parte de lo bosques remanentes de esta especie en el area Este no fueron identificados por el Catastro de Vegetacion, al comprender superficies inferiores a 6 ha. Los bosques son en general multiestratificados, más diversos y de estructura diamétrica más compleja en comparación a las otras áreas de estudio. La presencia de *Nothofagus dombeyi* y *N. obliqua* evidencia la mayor apertura del dosel, dada su alta intolerancia a la sombra, consecuencia del régimen de disturbio al que han estado expuestos estos bosques. La alta extracción de especies acompañantes de araucaria tiene relación con la producción de leña y carbón por parte de los pequeños propietarios, para quienes esta

actividad representa su principal ingreso económico, explotando principalmente especies del género *Nothofagus*. En esta área de estudio probablemente se realizó una extracción de araucaria menos intensiva en comparación a la vertiente occidental de la Cordillera de Nahuelbuta, en la cual la empresa BIMA explotó masivamente los bosques de esta especie a mediados del siglo XIX. El avance maderero de esta industria forestal, que amenazaba incluso al Parque Nacional Nahuelbuta, fue interrumpido por uno de los primeros administradores de dicho Parque, Don Juan Ferriere (Juan Clemente Ferriere, com. pers.).

Al igual que en el área Oeste, los mayores valores de regeneración de araucaria se encuentran en los bosques de mayor densidad arbórea. Las principales alteraciones en estos bosques están dadas por la ganadería, los incendios y la extracción de especies acompañantes de araucaria, si bien la primera muestra menor intensidad en relación a VLA y al área Oeste. El área Este presenta una baja regeneración y la menor densidad de individuos de araucaria, muy por debajo de los registros de VLA y Oeste. Esto puede deberse a diversos factores. La ganadería tiene un impacto negativo sobre la regeneración, si bien esta actividad se asocia con un menor número de árboles con heridas de fuego y de extracción de araucaria. Ello puede tener su origen en el mayor control ejercido por CONAF (Corporación Nacional Forestal) en la utilización del fuego previo al desarrollo de cultivos agrícolas, así como en la prohibición de corta de araucaria. Este control es más estricto en comparación a las otras áreas de estudio, en las que en general los propietarios no utilizan directamente los bosques nativos como actividad productiva.

4.2. Diversidad, estructura y dinámica de bosques

La mayor parte de las parcelas comprenden bosques multiestratificados, con araucaria y *N. dombeyi* en los estratos superiores, con un dosel inferior que varía en especies y número de estratos. El área VLA es la que presenta los bosques de menores alturas y diámetros, con la menor área basal y riqueza de especies arbóreas. Ello, fundamentalmente por las restrictivas condiciones de sitio, que en conjunto con la

ganadería y recurrentes incendios, han derivado en bajos valores de regeneración. Las áreas Oeste y Este presentan una mayor riqueza de especies, con bosques de mayor complejidad estructural y de mayores diámetros, alturas y área basal que aquellos de VLA.

Como lo señala Donoso (1993), *N. dombeyi* es un colonizador más agresivo que araucaria y que invade áreas alteradas por efectos catastróficos, formando rodales coetáneos. Araucaria se establece lentamente en estos bosques, a la espera de la muerte de los árboles que ocupan el dosel superior, manteniéndose como una especie suprimida, dado su lento crecimiento, tolerancia a la sombra y mayor longevidad (Burns, 1991; Donoso, 1993). Cortés (2003) registró en Villa Las Araucarias edades promedio para juveniles y brinzales de araucaria de 7 a 30 y de 24 a 37 años, respectivamente. Donoso (1993) plantea el desarrollo de una etapa clímax de equilibrio dinámico, que se produce cuando araucaria y *N. dombeyi* son capaces de regenerar discontinuamente bajo claros creados en el dosel. La mayor luminosidad que se produce en estos bosques, debido a las características de estructura, de la ramificación y follaje de araucaria, permiten a *N. dombeyi* un mejor reclutamiento y una estructura multietánea (Donoso, 1993). En estos bosques, la ocurrencia regular de incendios facilitaría la persistencia de araucaria, dada su notable resistencia al fuego por su gruesa corteza, pequeña copa y capacidad de reproducirse vegetativamente por brotes de raíz (Veblen, 1982; Burns, 1991; Donoso, 1993), como sugieren los resultados de este estudio. Estos atributos le permiten a araucaria sobrevivir a incendios de baja intensidad, a diferencia de las especies con las que coexiste, si bien estos eventos pueden acabar con la mayor parte de la población de juveniles y brinzales ya establecida de esta conífera (Donoso, 1993; Veblen et al., 1995). Estos incendios permitirían el desarrollo de bosques multiestratificados, requiriendo araucaria de la periodicidad de disturbios para su permanencia. Sin embargo, los incendios se hicieron más frecuentes luego de la colonización europea (Veblen, 1982; Burns, 1991; Cortés, 2003; González et al., 2005) y han alterado el patrón natural de regeneración de la especie.

4.3. Alteraciones y regeneración de araucaria

Los bosques de araucaria de la cordillera de Nahuelbuta establecidos en suelos más fértiles, con una mayor participación de árboles hembras productores de semillas y con menor intensidad de disturbios, presentaron una mayor densidad de juveniles y brinzales originadas de semillas. Los resultados sugieren que la explotación maderera de las especies que crecen con araucaria en Nahuelbuta y la actividad ganadera generan en conjunto impactos negativos en su regeneración, alteraciones cada vez más comunes en los bosques de la cordillera de Nahuelbuta. En diversas parcelas se presentaron problemas de reclutamiento de araucaria, con individuos en general en las clases de diámetros extremas, con densidades muy bajas o incluso sin presencia de árboles en las clases intermedias. Es así como, si bien la legislación vigente prohíbe la extracción de araucaria, se continúa con una actividad ganadera no regularizada en estos bosques y con la tala de especies asociadas a esta conífera, en especial del género *Nothofagus*. Esta práctica comprende diversas actividades que parecen impactar negativamente en los juveniles y brinzales de araucaria, como el arrastre de trozas, que en la mayor parte de los casos comprende la destrucción de éstos, además de daño en los árboles remanentes y compactación de suelos.

En VLA, la menor extensión de los bosques de araucaria permitiría a las empresas implementar un control más efectivo de la actividad ganadera. Sin embargo, ello no parece suficiente para asegurar la conservación de estos bosques. Si bien las empresas no explotan los bosques de araucaria, las plantaciones de *P. radiata* componen una extensa matriz en la que se insertan estos fragmentos de bosques nativos. Ello puede tener serios impactos en la permanencia de esta importante población de araucaria, por cuanto ésta se encuentra espacialmente estructurada en conjuntos de poblaciones locales o demos. La dificultad de migración entre estas poblaciones podría afectar su dinámica y persistencia, y la posibilidad de su reestablecimiento luego de la extinción local de algunos demos (Hanski and Simberloff, 1997). Como señalan estos autores, la colonización depende principalmente de la distancia entre las poblaciones y es probable que una determinada especie en un área

sumidero, que depende del flujo migratorio para su permanencia, se extinga al encontrarse aislada de una población fuente. En este caso, el aislamiento está dado por el obstáculo que posiblemente representan las plantaciones de especies exóticas para la adecuada polinización de araucaria (M. Cortés, Universidad Católica de Temuco, com. pers.), que es anemófila y, que dado el gran tamaño y densidad de los gránulos de polen, presenta un radio máximo de 5 km, mucho menor al de otras especies (Heusser et al., 1988; Tacón, 1999). Este es quizá uno de los factores que permiten explicar la casi total ausencia de regeneración de origen sexual de la especie en VLA. Por tanto, es necesario evaluar con mayor profundidad el impacto que el aislamiento de estos fragmentos de araucaria pueda tener en su reproducción. Es posible que este aislamiento se haya producido durante tanto tiempo al grado de afectar la estructura genética de esta población, como lo encontraron Bekessy et al. (2002, 2004)

Un escenario no muy distinto es el que se encuentra en el Parque Nacional Nahuelbuta, que por el norte y oeste limita con grandes predios de empresas forestales, y por el sur y este con áreas deforestadas y erosionadas. Si bien las empresas poseen la mayor parte de los bosques nativos remanentes de esta cordillera, éstos limitan con un paisaje dominado por plantaciones de especies exóticas. Esta área protegida constituye el refugio de una gran diversidad no sólo de flora, sino también de especies de fauna endémica, algunas de las cuales sólo se han descrito en este Parque, lo que posiblemente ha derivado en procesos de endogamia, arriesgando la existencia y permanencia de estas poblaciones, entre otros impactos (DAS, 2001; Pantoja, 2000). Por ello parece de vital importancia para la conservación de los recursos naturales protegidos por este Parque Nacional no sólo plantear el desarrollo de actividades dentro de éste, como por ejemplo de restauración, sino también en los sectores cercanos, haciendo del área de amortiguamiento una realidad que contribuya a la efectiva conservación de la biodiversidad de Nahuelbuta.

4.4. Impacto ambiental de los procesos sociales e históricos

4.4.1. Desde la Conquista al comienzo de la República

A través de incentivos de la corona española, en el siglo XVIII comienza en la zona norte de Chile la expansión de las actividades mineras, modificando la distribución de bosques del país. La creciente demanda de madera de esta industria hizo necesaria la explotación y traslado a esta zona de leña desde el centro y sur de Chile (Rosenblitt y Nazer, 2005; Camus, 2006). Para ello se otorgaban una serie de regulaciones que permitían la libre explotación maderera de los recursos forestales en beneficio de la minería, siendo utilizados para la construcción y fundición (Camus, 2006). Luego de la minería, desde los inicios de la colonización española la producción de trigo representaba una de las principales actividades económicas de Chile (Rosenblitt y Nazer, 2005). En la medida en que las exportaciones agropecuarias chilenas se insertaron en el mercado internacional, incluyendo efímeras exportaciones a California y Australia hacia 1848, fue surgiendo la necesidad de incorporar tierras para labranza y pastoreo, intensificando los roces a fuego de un modo inquietante incluso para la opinión pública de la época. Con la incorporación de la antigua Región de la Frontera a la naciente República, el desplazamiento de las áreas de cultivo hacia las zonas boscosas del país fue de tal magnitud que entre 1872 y 1915 la superficie cultivada entre las VIII y X regiones aumentó de 30,680 ha (8% del total sembrado en el país) a 168,181 ha sembradas (40%). De igual modo, la incorporación de la Araucanía produjo una expansión en la producción de trigo de 70,000 a 897,000 Qm entre 1870 y 1885 (Camus, 2006).

Uno de los factores que aceleraron la “pacificación” de la antigua Región de la Frontera fue la existencia de grandes reservas de carbón, de las que se conocía su existencia desde mediados del siglo XIX, incentivando su explotación la creciente demanda por parte de fundiciones, salitreras, ferrocarriles y fábricas de gas (Rosenblitt y Nazer, 2005). El sometimiento del pueblo mapuche en la segunda mitad del siglo XIX dió inicio a la definitiva transformación de este territorio, incentivándose el establecimiento de

colonos extranjeros, principalmente europeos, dada la escasa población chilena disponible para este objeto (Verniory, 2005; Camus, 2006). Con la incorporación de esta extensa área a la estructura económica del país, nuevamente se impulsó la utilización de fuego y destrucción de bosques para la ampliación de la frontera agrícola en las nuevas tierras del Estado, la que adquirió el carácter de un problema nacional. El bosque era visto como un enemigo al que había que eliminar con el objetivo de hacer florecer el progreso en estos territorios (Camus, 2006). En la vertiente occidental de la Cordillera de Nahuelbuta, la zona de Cañete se constituyó en la principal productora de cereales del país, en las décadas siguientes a su fundación en 1868, desplazando a las provincias de la zona central, cuyos suelos se encontraban agotados luego de dos siglos de intenso monocultivo (Rosenblitt y Nazer, 2005). Cañete representaba el punto de avanzada de la frontera agrícola chilena en la antigua Región de la Frontera, alcanzando similar importancia agropecuaria que las prósperas regiones cerealeras de Angol y Collipulli, al otro lado de la Cordillera de Nahuelbuta, en la Depresión Intermedia, cuya producción a inicios del siglo XX era destinada al abastecimiento de los ricos enclaves salitreros del Norte Grande de Chile (Rosenblitt y Nazer, 2005).

4.4.2. La transformación del paisaje en la historia reciente

Los incendios para habilitación de áreas agrícolas y los cultivos intensivos derivaron en la deforestación y degradación de extensas áreas, procesos que a fines del siglo XIX alcanzaron importancia a nivel nacional por sus consecuencias ambientales, entre las que se encuentran erosión de suelos, pérdida de cursos de agua y estancamiento de ríos (Verniory, 2005; Camus, 2006; Otero, 2006). Los insólitos e históricos altos rendimientos de los cultivos agrícolas establecidos luego de la tala y quema de los bosques pronto dieron paso a suelos pobres e improductivos, expuestos a la erosión (Camus, 2006; Verniory, 2005). Hasta mediados del siglo XX, los bosques estuvieron sometidos a una presión que no consideró ninguna racionalidad técnica ni mucho menos un principio de conservación, y pronto la madera aumentó su costo, dada la creciente distancia de los bosques a los centros urbanos (Camus, 2006).

Esta situación incentivó el desarrollo a inicios del siglo XX de una política abiertamente declarada en favor de las plantaciones de especies exóticas como una alternativa para mantener una industria maderera permanente, junto con la recuperación de miles de hectáreas erosionadas. Se estableció la ley N° 4,363 de 1931, conocida como Ley de Bosques, que reglamentaba la actividad forestal y la explotación de los bosques, otorgando la exención de impuestos a las plantaciones forestales. Como resultado se logró un fuerte impulso al desarrollo de la forestación a gran escala, especialmente con la especie *Pinus radiata*, la que había mostrado altos crecimientos y no requerir de mayores cuidados (Rosenblitt y Nazer, 2005; Camus, 2006). Entre 1965 y 1978 se plantaron más de 300,000 ha con esta especie. Antes del golpe de estado de 1973, esta actividad buscaba formar pequeños y medianos propietarios independientes (Rosenblitt y Nazer, 2005). Sin embargo, el modelo neoliberal imperante durante la dictadura militar favoreció la concentración de la propiedad y la privatización de extensas plantaciones de *P. radiata* realizadas por los gobiernos anteriores, así como de grandes Industrias creadas por éstos como Celulosa Constitución y Celulosa Arauco (Rosenblitt y Nazer, 2005). El Decreto Ley N° 701 de 1974 impulsó aún más el establecimiento de plantaciones, otorgando diversos beneficios como la devolución de hasta 75% de los costos de plantación (Lara et al. 1995). Estas políticas estimularon en gran medida la compra de propiedades campesinas y de terrenos administrados por el Estado por parte de los grandes poderes económicos del país (Contreras, 1988; Rosenblitt y Nazer, 2005; Camus, 2006). El régimen de propiedad de las áreas rurales comenzaba a presentar como principal característica la concentración de la tierra. Según lo señalado por Peña (2000) con base en datos del VI Censo Nacional Agropecuario (1997), de las 330,000 explotaciones agropecuarias registradas, 280,000 (85%) corresponden a pequeños propietarios (predios de superficie inferior a las 200 ha, según legislación chilena para esta región del país) quienes poseen poco más de 9 millones de ha (18%). En cambio, los grandes propietarios, cuyas explotaciones no superan las 9,000 unidades (2,8%), son dueños de más de 15 millones de ha (30%).

La rápida ocupación de miles de hectáreas por una sola especie y la concentración de la propiedad derivó en la migración de miles de familias campesinas a las ciudades, las

cuales se empleaban hasta entonces en grandes haciendas y fundos. Al adquirirse en muchos casos estas propiedades para dedicarlas a la producción industrial de madera, se favoreció el crecimiento de los cinturones de pobreza en torno a las ciudades debido a la falta de trabajo y oportunidades (Contreras, 1988; Rosenblitt y Nazer, 2005; Camus, 2006). La industria forestal ha provocado también diversos impactos ambientales, sustituyéndose una significativa superficie de bosques nativos por plantaciones, comprendiendo esta práctica una de las principales causas de pérdida de bosques incluso hasta el día de hoy. Un estudio reciente estimó que 67% y 24% de los bosques nativos desaparecieron en la costa de las regiones VII y X en los periodos 1975-2000 y 1976-2000, respectivamente (Echeverría et al., 2006). El reemplazo de los bosques costeros por plantaciones de especies introducidas puede tener graves efectos sobre la sustentabilidad a largo plazo de la productividad, debido a cambios de los procesos de retención y la circulación de nutrimentos. Los mecanismos de retención de éstos en el suelo se asocian a la existencia de la comunidad boscosa original. De este modo, la introducción de especies exóticas de rápido crecimiento en la cordillera costera conducirá probablemente a un desbalance entre el almacenamiento de nutrimentos en el suelo y su consumo, que a largo plazo puede traducirse en pérdidas de fertilidad del suelo (Armesto et al., 1995). A pesar de encontrarse alejados de los centros más poblados, la disminución y alteración de los bosques de araucaria tienen relación con las diversas e intensas alteraciones antrópicas que se han desarrollado tanto en el país como en el antiguo territorio mapuche. En los últimos siglos los bosques de la Cordillera de Nahuelbuta han estado sometidos a prácticas extractivas inadecuadas que han derivado en la deforestación y degradación de extensas superficies, siendo reemplazados por un manto de monocultivos de coníferas exóticas (Armesto et al., 1995).

4.5. Actores locales y alteraciones en bosques de araucaria: el contexto del Parque Nacional Nahuelbuta

La intensa explotación maderera, la habilitación de extensas áreas para uso agrícola y ganadero y el establecimiento de miles de hectáreas de plantaciones de especies

exóticas, han derivado en un paisaje completamente diferente al que describieron diversos aventureros y cronistas a mediados del siglo XIX en la cordillera de Nahuelbuta (Verniory, 2005; Camus, 2006; Otero, 2006). Lo que fueron bosques densos que cubrían de manera continua desde las terrazas costeras hasta la Cordillera de los Andes, se limitan actualmente a las mayores altitudes de ambas cordilleras, siendo aún menos extensos en Nahuelbuta. La vertiente occidental de esta cordillera, cerca del Parque Nacional, se caracteriza por el homogéneo paisaje constituido por las plantaciones de *P. radiata* y *Eucalyptus* spp., propiedad de empresas forestales. En cambio, en el área Este, donde se encuentran las comunidades campesinas incluidas en este estudio, son característicos los escasos bosques remanentes (la mayoría renovales), las praderas erosionadas y los cultivos agrícolas.

En estas comunidades son los propietarios de fragmentos de araucaria quienes poseen, en general, mayores extensiones de bosques en sus propiedades, algunos de los cuales limitan con el Parque Nacional Nahuelbuta. En estos predios, contrariamente a lo que se podría esperar, los bosques de esta conífera presentan menores niveles de alteración en comparación a las grandes propiedades de empresas forestales. Esto posiblemente se debe al mayor control de acceso que los campesinos realizan en sus predios. En este sentido, Weber y Revèret (1993) señalan que los recursos naturales que no cuentan con un control de acceso eficiente sufren una extensiva e intensiva explotación, ya que lo que no es extraído por uno lo es por el otro, derivando en una rápida sobreexplotación aunque cada quien lo haga con un margen muy pequeño. En las propiedades de empresas forestales, de miles de hectáreas de extensión, este control es muy difícil de realizar, siendo estos bosques utilizados por terceros para el desarrollo de una ganadería extensiva sin ningún tipo de regulación. Según se observó en este estudio, esta ganadería se extiende por gran parte de los bosques, exceptuando aquellas áreas en que la fuerte pendiente o denso sotobosque impiden el acceso de los animales. Bajo esta lógica, los bosques nativos de las empresas se presentan en la práctica como una extensión de los predios particulares de estos productores. Esto es particularmente grave, ya que en la Cordillera de la Costa las empresas forestales son propietarias de la mayor parte de los bosques nativos

remanentes, incluyendo los bosques de araucaria de esta Cordillera. Los predios que posee Forestal Arauco en Nahuelbuta, en especial en áreas cercanas al Parque Nacional, reúnen en conjunto sobre 20,000 ha de bosques nativos, más de tres veces la extensión del Parque, de 6,832 ha de superficie. Con base en este patrimonio, las empresas forestales desarrollan diversas actividades de conservación de flora nativa, lo cual es viable por no representar hoy en día el bosque nativo un atractivo productivo, ya que las empresas concentran sus objetivos comerciales en la producción industrial de madera de las especies forestales exóticas *P. radiata* y *Eucalyptus* spp.

Una realidad diferente es la que viven las familias campesinas, las cuales requieren de los recursos naturales para subsistir. En estas comunidades las propiedades no superan en promedio las 35 ha, superficie en general insuficiente para asegurar la subsistencia familiar, consecuencia de la grave erosión de los suelos, la escasez de agua y la falta de bosques (DAS, 2001). En estas comunidades, el carbón representa la principal actividad económica, comprendiendo uno de los elementos centrales de degradación de los remanentes de bosques, por cuanto éstos no pueden sustentar el ritmo de extracción que se les exige para la supervivencia familiar (DAS, 2001). La condición de pobreza no se ha mitigado a pesar de los diversos programas de apoyo y proyectos productivos generados por el Estado y ONG's, que en general se concentran en fomentar las actividades agropecuarias y el establecimiento de plantaciones con especies exóticas como *Castanea sativa* (castaño), *P. radiata* y *Eucalyptus* spp., según testimonios locales y observaciones realizadas por el autor. Algunos de estos proyectos han permitido la producción de forraje, lo que podría disminuir la presión del ganado sobre el bosque y ser una fuente de ingresos a través de la venta del excedente producido. Sin embargo, estas experiencias son aún muy recientes para evaluar el efecto de una posiblemente menor presión en los bosques. En este contexto, los pequeños propietarios desarrollan estrategias productivas que combinan los ingresos intra y extraprediales, en la que los subsidios del Estado adquieren poco a poco una mayor importancia. En la actualidad, estos subsidios representan la segunda fuente de ingresos de estas comunidades campesinas, lo que comprende una riesgosa relación de dependencia hacia el Estado (DAS, 2001).

A diferencia del pueblo pehuenche, para quienes la araucaria representa un árbol sagrado y de la cual han desarrollado profundos conocimientos autoecológicos (Tacón, 1999; Herrmann, 2006), para los campesinos del área de estudio esta conífera no representa mayor relevancia. La cosecha de semillas es el único provecho económico que pueden obtener de la araucaria, producto que venden a intermediarios, y que no reditúa ingresos significativos a la economía familiar. La protección legal de la araucaria es vista como un problema e incluso como una injusticia, dada la necesidad de producción de leña y carbón no sólo como actividad económica, sino también para el autoconsumo. Como lo señalan Moran et al. (1998) el tipo de información existente en una comunidad sobre el valor de los bosques como fuente de servicios ecológicos, sobre diversas tecnologías agroforestales, y sobre la eficacia de su política y de sus autoridades, pueden también afectar las decisiones establecidas en este nivel.

5. La problemática de la conservación y subsistencia campesina

...”mire, como no va a ser injusta esta cosa de la prohibición de usar la madera del pino (araucaria) si yo tengo por el lado de la quebrada dos grandes matas (árboles) muertas.....y no puedo aprovechar tampoco esa madera porque me dan una multa.....los campesinos estamos muy desprotegidos.....¿no vé?.....se protege a la araucaria pero no a nosotros....está mal pelado el chanco (están mal hechas las cosas a nivel de Gobierno).....”

Campeño de la comunidad de Vegas Blancas.

Si bien la relación desarrollada por los campesinos con la araucaria dista enormemente de la cosmovisión indígena pehuenche, ellos poseen valiosos conocimientos de la flora y fauna local que se han transmitido entre generaciones que debieran ser considerados en cualquier iniciativa que pretenda la conservación de los recursos naturales. Sin embargo, este conocimiento por lo general es despreciado o ignorado, siendo común que los programas de extensión o de asistencia técnica planteen externamente lo que

debiera surgir internamente en dichas comunidades. Así, la mayor parte de las iniciativas desarrolladas para mejorar la calidad de vida de los campesinos y conservar los recursos naturales no tienen mayor impacto, sin generar mayores aportes en la economía rural, ni mucho menos en la conservación. En este sentido parece fundamental, primero que todo, identificar realmente las necesidades, intereses y potencialidades, tanto locales como externas, con el objeto de realizar, horizontalmente, iniciativas que se extiendan más allá del limitado e insuficiente plazo definido por las fuentes de financiamiento. Los campesinos no representan un recipiente vacío que necesita ser relleno de los conocimientos externos previamente definidos como necesarios, como lo han planteado por años los programas de extensión, ya sean gubernamentales o no gubernamentales, que tienen por objeto hacer “más eficientes” los sistemas de producción campesinos a partir de los conocimientos externos. En lugar de ello, se puede proponer el desarrollo de una relación de mutuo aprendizaje entre estos actores locales y externos, relación a través de la cual los segundos podrían aprender en gran medida del manejo (y la humildad) de las culturas locales (Plotkin and Forsyth, 1994).

Como se encontró en este estudio, la producción de carbón, a través de la corta de especies con las que crece araucaria, impacta negativamente en su regeneración y, de este modo, en la conservación de la especie. Esto podría sugerir aumentar las restricciones en esta actividad, lo que, en el corto plazo, aumentaría la migración de estas comunidades, así como las problemáticas urbanas que esta migración implica. Se podría esperar que, en los predios abandonados de los campesinos, la vegetación se recuperaría, dada la desaparición de las presiones antrópicas que continuamente alteraron estos bosques, permitiendo con ello la conservación de araucaria y de los ecosistemas en que crece. Este tipo de relaciones entre la conservación de las cuencas forestales y cambios socioeconómicos derivados de la migración promovida por la globalización han sido recientemente documentados en Puerto Rico y la República Dominicana (Aide y Grau 2004; Grau et al. 2008). Sin embargo, es difícil que ocurra, ya que empresas forestales establecerán en estas áreas plantaciones comerciales, que expondrán a un mayor peligro los bosques remanentes y, en especial

al Parque Nahuelbuta. Ello, dado el constante riesgo de incendios forestales, como el que hace poco destruyó más de 2,000 ha de plantaciones de *P. radiata* y *Eucalyptus* spp. a menos de 20 km de dicho Parque (Zamorano et al., 2008). Estos extensos monocultivos, al presentar una cobertura homogénea de material altamente combustible, representan un peligro tanto para los campesinos que aún subsisten en predios insertos en estas plantaciones, como para los bosques nativos de alta prioridad de conservación de Nahuelbuta. Además, es necesario considerar el número cada vez mayor de árboles exóticos que regeneran naturalmente en los bosques nativos, originados por la diseminación de semillas de plantaciones cercanas, que puede tener impactos en la dinámica natural de los bosques.

6. Propuestas de colaboración para la conservación de araucaria en Nahuelbuta.

Tanto en Chile como a nivel global se han implementado una serie de normativas con el objeto de conservar o preservar especies de flora y fauna en peligro de desaparecer, las que muchas veces tienen un escaso éxito. Ello puede deberse a distintos factores, siendo uno de estos, y quizá el más relevante, la diversidad de actores, intereses y necesidades vinculados con el entorno que se quiere conservar. Empresas forestales, universidades, organismos gubernamentales y no gubernamentales mantienen objetivos de conservación y preservación en los bosques de araucaria de Nahuelbuta, los que se oponen a los objetivos de subsistencia de comunidades campesinas. ¿Es posible conciliar estos actores y sus intereses?

Como lo señalan Catalán y Tecklin (2006), mientras el contexto social, político y económico tiende a generar una mayor presión extractiva sobre el ambiente, la sociedad espera que las comunidades campesinas sigan conservando sus bosques como fuente de servicios ambientales de beneficio común. En este sentido, parece fundamental considerar las relaciones de las diversas políticas diseñadas tanto a nivel regional como nacional e internacional con las decisiones locales. Si se valora y protege una especie de flora o fauna, igual reconocimiento debiese recaer sobre los

usuarios directos de ésta, y que no sean sólo objeto de restricciones y estrictas fiscalizaciones. El implementar algún tipo de compensación para estos propietarios representa una de las opciones que podría permitir conciliar estos diversos intereses. En las comunidades incluidas en este estudio, una ONG local apoyó a algunos pequeños propietarios en la producción de forraje a través del establecimiento y mejoramiento de praderas, iniciativa desarrollada con limitados financiamientos gestionados por esta organización y las comunidades. Si bien esta iniciativa representa un importante apoyo a los campesinos, a través de la cual se evita la compra de fardos, su impacto se concentra en los escasos predios en que se ha desarrollado.

La mayor parte de los bosques remanentes en estas comunidades corresponden a bosques secundarios de *Nothofagus obliqua* y *N. dombeyi* (Pantoja, 2000; DAS, 2001; C. Zamorano, observ. pers.), los cuales poseen un gran potencial productivo, con tasas de crecimiento mucho mayores a la de bosques maduros. Complementando el manejo de estos renovales con plantaciones de *Nothofagus* y producción de forraje de mejor calidad, se podría contribuir a la restauración y conservación de los bosques de araucaria de esta cordillera. Estas iniciativas debieran integrar el apoyo de empresas forestales, universidades, ONG's y del Estado, permitiendo además una interacción adecuada y horizontal entre los actores, a través de la cual sea posible discutir directamente los mecanismos de colaboración más aptos para la conservación de araucaria. Las actividades a desarrollar deben surgir de la colaboración entre las comunidades y los otros actores involucrados, y no ser diseñadas externamente. En este largo camino que representa la conservación del medioambiente, los actores locales deben ser los protagonistas de los cambios que se pretendan impulsar, y no limitarse a actuar como los ejecutores de actividades definidas por terceros.

7. CONCLUSIONES

Los diversos procesos sociales y económicos que se han desarrollado desde el período de la Conquista hasta la actualidad han impactado de diversa manera en los bosques de araucaria de la cordillera de Nahuelbuta, los cuales actualmente presentan variados niveles de alteración. El desarrollo de una intensiva actividad agrícola en suelos no aptos para esta práctica generó una profunda transformación del paisaje con graves consecuencias en los suelos y en la sustentabilidad del sistema campesino, lo que derivó en la masificación de las plantaciones de especies forestales exóticas, la sustitución de bosques nativos, la concentración de la propiedad y la migración rural a los centros urbanos.

Los principales impactos que afectan actualmente los bosques de araucaria corresponden a la extracción de especies asociadas a esta conífera y a la ganadería, que representan impactos negativos en la regeneración de la especie. Las propiedades de empresas forestales presentaron una intensidad similar de alteración por ganadería a la registrada en pequeñas propiedades. Ello se explica por la dificultad de realizar un control efectivo de esta actividad desarrollada de manera irregular por otros productores, mientras que los campesinos realizan un mayor y más efectivo control de acceso a sus propiedades.

Las pequeñas propiedades presentaron los mayores niveles de disturbio antrópico por extracción de especies acompañantes de araucaria, en especial del género *Nothofagus*, principalmente para la producción de carbón, actividad que representan los principales ingresos intraprediales. Ello es de gran relevancia para la conservación de araucaria, por cuanto el análisis del total de las parcelas establecidas demostró el negativo impacto que tiene esta práctica en la densidad de regeneración de esta especie.

Como en el caso de las áreas VLA y Este, es muy probable que fragmentos de araucaria no hayan sido identificados por el Catastro en la Cordillera de la Costa,

siendo necesaria su identificación para el diseño y planificación de cualquier política de conservación que pretenda proteger y recuperar los bosques de esta especie.

El prohibir la explotación de araucaria no asegura necesariamente su conservación. Es probablemente más efectivo proteger el conjunto de unidades del paisaje, por cuanto las alteraciones que impacten en éste derivarán en la especie que se pretende proteger. El marco legal nacional e internacional existente que reconoce la importancia ecológica, cultural y económica de araucaria, y el potencial de manejo de las especies de *Nothofagus* con las que crece asociada, permitiría conciliar los diferentes intereses y necesidades de los actores vinculados a estos bosques para la conservación de esta especie

8. LITERATURA CITADA

- Adlard, P. 1987. Review of the ecological effects of *Eucalyptus*. Oxford Forestry Institute. Department of Plant Sciences, University of Oxford. 59 p.
- Aide, T. M. y H. R. Grau. 2004. Globalization, migration, and Latin American ecosystems. *Science* 305:1915-1916.
- Armesto J., C. Smith-Ramírez, P. León y M. Arroyo. 1992. Biodiversidad y conservación del bosque templado en Chile. *Ambiente y Desarrollo* 8:19-25.
- Armesto J., J. C. Aravena, C. Villagrán, C. Pérez y G. Parker. 1995. Bosques Templados de la Cordillera de la Costa. En: Armesto J., C. Villagrán, M. Arroyo, (eds.), *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, p. 199-213.
- Armesto J., P. León y M. Arroyo. 1995. Los Bosques Templados del sur de Chile y Argentina: una isla biogeográfica. En: Armesto J., C. Villagrán, M. Arroyo, (eds.), *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, p. 23-28.

- Bekessy S., T. R. Allnutt, A. Premoli, A. Lara, R. Ennos, M. Burgman, M. Cortés y A. Newton 2002. Genetic Variation in the Vulnerable and Endemic Monkey Puzzle tree, detected using RAPDs. *Heredity* 88: 243-249.
- Bekessy S., A. Lara, M. González, M. Cortés, L. Gallo, A. Premoli y A. Newton. 2004. Variación en *Araucaria araucana* (Mol.) Koch. (Araucaria o Pehuén). En: Donoso C., A. Premoli, L. Gallo, Ipinza R. (eds.), Variación Intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, p. 215-231.
- Benoit I. 1989. Libro rojo de la flora terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal (CONAF), Santiago de Chile. 151 p.
- Berdegú J. y B. Larraín 1988. Como trabajan los campesinos. Centro Latinoamericano de Tecnología y Educación Rural, Cali, CO. 82 p.
- Burns B.R. 1991. The Regeneration Dynamics of *Araucaria araucana*. PhD Thesis, University of Colorado, Boulder, USA. 211 p.
- Bryant D., D. Nielsen, L. Tangle, N. Sizer, M. Miranda, P. Brown, N. C. Johnson, A. Malk y K. R. Miller 1997. The last frontier forests. Ecosystems & economies on the edge: What is the status of the world's remaining large, natural forest ecosystems? World Resources Institute (WRI), Forest Frontier Initiative, Washington, DC. 42 p.
- Camus, P. 2006. Ambiente, bosques y gestión forestal en Chile. 1541-2005. Lom ediciones, Santiago de Chile. 374 p
- Catalán R. y D. Tecklin 2006. La gestión comunitaria de los bosques nativos en el sur de Chile: situación actual y temas en discusión. En: Catalán R., P. Wilken, A. Kandzior, D. Tecklin, H. Burschel (eds.), Bosques y Comunidades. Editorial universitaria, Santiago de Chile, p. 19-39.
- CONAF, CONAMA, BIRF, Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile y Universidad Católica de Temuco. 1999. Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Nacional con Variables Ambientales. Santiago de Chile. 88 p.
- Contreras R. 1988. Más allá del bosque. La explotación forestal en Chile. Editorial Amerindia, Santiago de Chile.

- Cortés M., V. Gerding, O. Thiers, 2001. Caracterización de la Fertilidad de dos sitios con *Araucaria araucana* (Mol.) Koch. en la Cordillera de la Costa de Chile. XIII Reunión Anual de la Sociedad de Botánica de Chile. La Serena, Chile. Gayana Botánica 58 (1) 73p.
- Cortés M. 2003. Dinámica y Conservación de *Araucaria araucana* (Mol.) Koch. en la Cordillera de Costa de Chile. Tesis de Magíster en Ciencias, Mención Recursos Forestales. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia. Chile. 137 p.
- Cortés M. 2006. Estudio de línea de base para un terreno fiscal con alto valor en biodiversidad ubicado en Villa Las Araucarias en la IX Región. Gobierno de Chile, Ministerio de Bienes Nacionales. 31 p.
- Davis S. A., V. H. Heywood, O. Herrera-Macbride, J. Villa-Lobos y A. C. Hamilton. 1997. Centres of Plant Diversity. A guide and strategy for their conservation, Vol. 1, Oxford. 562 p.
- Delmastro R. y C. Donoso 1980. Analise da distribuição, variação e utilização de recursos genéticos da *Araucaria araucana* (Mol.) Koch. no Chile. IUFRO Symposium on breeding and yield of fast growing trees, Aguas de Sao Pedro, Sao Paulo. Silvicultura Brazil 8, 30: 252-254.
- Departamento de Acción Social del Obispado de Temuco (DAS), Área Angol. 2001. Diagnostico proyecto PNUD. 34 p.
- Di Castri F. y E.R. Hajek 1976. Bioclimatología de Chile. Editorial Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 128 p.
- Dinerstein E., D. M. Olson, D. J. Graham, A. L. Webster, A. Primm, M. P. Sbookbinder y G. Ledec. 1995. A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean. WWF & The World Bank, Washington, District of Columbia, USA. 129 p.
- Donoso C. 1981. Tipos forestales de los Bosques Nativos de Chile. Documento de trabajo N°38, Investigación y Desarrollo Forestal (CONAF, PNUD-FAO), Publicación FAO Chile.
- Donoso C., V. Gerding, B. Olivares, P. Real, V. Sandoval, R. Schlatter y F. Schleguel 1984. Antecedentes para el manejo del bosque nativo de Forestal Arauco (sector

- Cordillera de Nahuelbuta). Proyecto Forestal Arauco – U. Austral de Chile, Informe de Convenio N°74. 183 p.
- Donoso C. 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 484 p.
- Echeverría C., D. Coomes, J. Salas, J.M. Rey-Benayas, A. Lara, y A. Newton, 2006. Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forests. *Biological Conservation* 130: 481-494.
- González Y. 2004. Óxidos de Identidad: Memoria y Juventud Rural en el Sur de Chile (1935-2003). Tesis de doctorado en Antropología Social y Cultural, inédita. Tomo II, Anexos. Universitat Autònoma de Barcelona, Departament d'Antropologia Social i Prehistoria, Divisió d'Antropologia Social i Cultural. 224 p.
- González M., T. Veblen y J. Sibold 2005. Fire history of Araucaria-Nothofagus forest in Villarrica National Park, Chile. *Journal of Biogeography* 32: 1187-1202.
- Grau, H. R., M. Pérez Ceballos, S. Martinuzzi, X. Encarnación y T. M. Aide. 2008. Cambios socioeconómicos y regeneración del bosque en la República Dominicana. En: González-Espinosa, M., J. Rey-Benayas y N. Ramírez-Marcial (eds.), Restauración de bosques en América Latina, Editorial Mundi-Prensa México, México, D. F. pp. 211-227.
- Hanski I. y D. Simberloff 1997. The metapopulation approach, its history, conceptual domain, and application to conservation. En: Hanski I. y M. Gilpin (eds.), Metapopulation biology. Ecology, Genetics and Evolution. Academic Press, San Diego, p. 5-26.
- Hechenleitner V.P., M. P. Gardner, P. I. Thomas, C. Echeverría, B. Escobar, P. Brownless y C. Martínez. 2005. Plantas Amenazadas del Centro-Sur de Chile. Distribución, Conservación y Propagación. Primera Edición, Universidad Austral de Chile y Real Jardín Botánico de Edimburgo. 188 p.
- Heusser L., J. Rabassa, A. Brandani, y R. Stuckenrath 1988. Late-Holocene vegetation of the Andean Araucaria Region, Province of Neuquen, Argentina. *Mountain Research and Development* 1: 53-63.

- Herrmann T. 2006. Indigenous knowledge and management of *Araucaria araucana* forest in the Chilean Andes: implications for native forest conservation. *Biodiversity and Conservation* 15: 647-662.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE) 2002. Síntesis de Resultados XVII Censo Nacional de Población y VI de Vivienda. Santiago de Chile. 50 p.
- Lara A., L. Araya, J. Capella, M. Fierro y A. Cavieres 1989. Evaluación de la destrucción y disponibilidad de los recursos forestales nativos en la VII y VIII Región. Informe Técnico, Comité Prodefensa Fauna y Flora, Santiago de Chile. 22 p.
- Lara A., C. Donoso y J.C. Aravena 1995. La conservación del bosque nativo de Chile: problemas y desafíos. En: Armesto J., C. Villagran, M. Arroyo (eds.), *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, p. 335-362.
- Lara A., M. E. Solari, P. Rutherford, O. Thiers, R. Trecamán, R. Prieto y C. Montory 1999. Cobertura de la vegetación original de la Ecoregión de los bosques valdivianos en Chile hacia 1550. Informe técnico, Proyecto FB 49-WWF/Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 32 p.
- Marticorena, C. y R. Rodríguez. 1995. Flora de Chile. Volumen I, *Pterydophyta – Gymnospermae*. Universidad de Concepción. Editorial Aníbal Pinto. Concepción. Chile. 352 p
- Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN) 2007. Serie análisis de resultados de la encuesta de caracterización socioeconómica nacional (CASEN 2006), N°1. www.mideplan.cl.
- Montaldo P. 1951. Condiciones Ecológicas y Dasonómicas de la especie *Araucaria araucana* (Mol.) Koch. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad de Chile, Santiago de Chile. 135 p.
- Montaldo P. 1974. La Bioecología de *Araucaria araucana* (Mol.) Koch. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y capacitación. Boletín Técnico N° 46, Mérida, Venezuela. 30 p.
- Morales E. 2005. Diseño experimental a través del Análisis de Varianza y Modelo de Regresión Lineal. Andros. Santiago de Chile. 248 p.

- Moran E., E. Ostrom y J. Randolph 1998. A multinivel approach to studying global environmental change in forest ecosystems. 27 p.
- Muñoz R. 1984. Análisis de la reproductividad de semillas de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Kock en el área de Lonquimay, IX Región. Tesis Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 93 p.
- Myers, N., R. A. Mittermeyer, C. G. Mittermeyer, G. A. B. da Fonseca y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Otero, L. 2006. La huella del fuego. Historia de los bosques nativos, doblamiento y cambios en el paisaje del Sur de Chile. Pehuen Editorial, Santiago de Chile. 171 p.
- Pantoja R. 2000. Lineamientos para el establecimiento, manejo y desarrollo de zonas de amortiguación en el Parque Nacional Nahuelbuta. Tesis de Grado, Ingeniería Forestal, Universidad Católica de Temuco. 89 p.
- Peña A. 2000. Tipología de productores y sistemas de producción: elementos para una estrategia de desarrollo forestal de pequeños y medianos productores. 34 p. *En prensa*.
- Peón F. 2001. Un acto metodológico básico de la investigación social: la entrevista cualitativa. En: Tarrés M. (ed.), Observar, escuchar y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social. México. p. 63-95.
- Plotkin M. y A. Forsyth 1994. Retaining indigenous knowledge systems as a management tool. En: Meffe G.K. y C.R. Carroll (eds.), Principles of Conservation Biology. Sinauer, Sunderland, MA, USA, p. 307-335.
- Rodríguez, R., O. Matthei, y M. Quezada, 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 408 p
- Rosenblitt J. y R. Nazer 2005. Entre el mar y Nahuelbuta: Historia del Asentamiento humano en Arauco. <http://www.archivochile.com/entrada.html>
- Soto D. 2005. Estado de conservación de *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florín, en la Cordillera de la Costa, Valdivia. Tesis Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 60 p.
- Stattersfield A., M. Crosby, A. Long y D. Wege 1998. Endemic bird areas of the world: priorities for biodiversity conservation. Birdlife International, Birdlife Conservation Series N° 7, Cambridge, UK. 816 p.

- Tacón A. 1999. Recolección de piñón y conservación de la araucaria (*Araucaria araucana* (Mol.) Koch: Un estudio de caso en la comunidad de Quinquen. Tesis Magíster en Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 188 p.
- Torrejón F. y M. Cisternas 2003. Impacto ambiental temprano en la Araucanía deducido de crónicas españolas y estudios historiográficos. *Bosque* 24, 3: 45-55.
- Veblen T. 1982. Regeneration patterns in *Araucaria araucana* forest in Chile. *Journal of Biogeography* 9: 11-28.
- Veblen T., B. Burns, T. Kitsberger, A. Lara y R. Villalba 1995. The Ecology of the conifers Southern South America. Chapter 6. En: Right N. J. y R. Hill (eds.), *Ecology Of The Southern Conifers*. Melbourne University Press, Melbourne, p. 120-155.
- Verniory G. 2005. Diez años en Araucanía, 1889 – 1899. 4ta edición, Pehuén editores, Santiago de Chile. 492 p.
- Villagrán C. y C. Le-Quesne 1996. El Interés Biogeográfico-Histórico de Chile Central-Sur: ¿Porqué Debemos Conservar su Biota? En: Muñoz M., H. Núñez, y J. Yáñez (eds.), *Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile*. Ministerio de Agricultura, CONAF, Santiago de Chile, p. 160-172.
- Weber J. y Jean-Pierre Revèret.. 1993. Biens communs: les leurres de la privatisation. En: *Le Monde Diplomatique collection Savoirs*, N°2, Le Monde Diplomatique. Paris, p. 71-73.
- Zamorano C., M. Cortés, C. Echeverría, P. Hechenleitner, A. Lara. 2008. Experiencias de restauración con especies forestales amenazadas en Chile. En: González-Espinosa, M., J. Rey-Benayas y N. Ramírez-Marcial (eds.), *Restauración de bosques en América Latina*, Editorial Mundi-Prensa México, México, D. F. pp. 17-37.
- Zar J. 1974. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall biological sciences series. USA. 620 p.

FIGURAS

Figura 1. Distribución de *Araucaria araucana* en Chile y Argentina (área gris) y localización de las tres áreas de estudio. Fuentes: CONAF et al. (1999) y Lara et al. (1999).

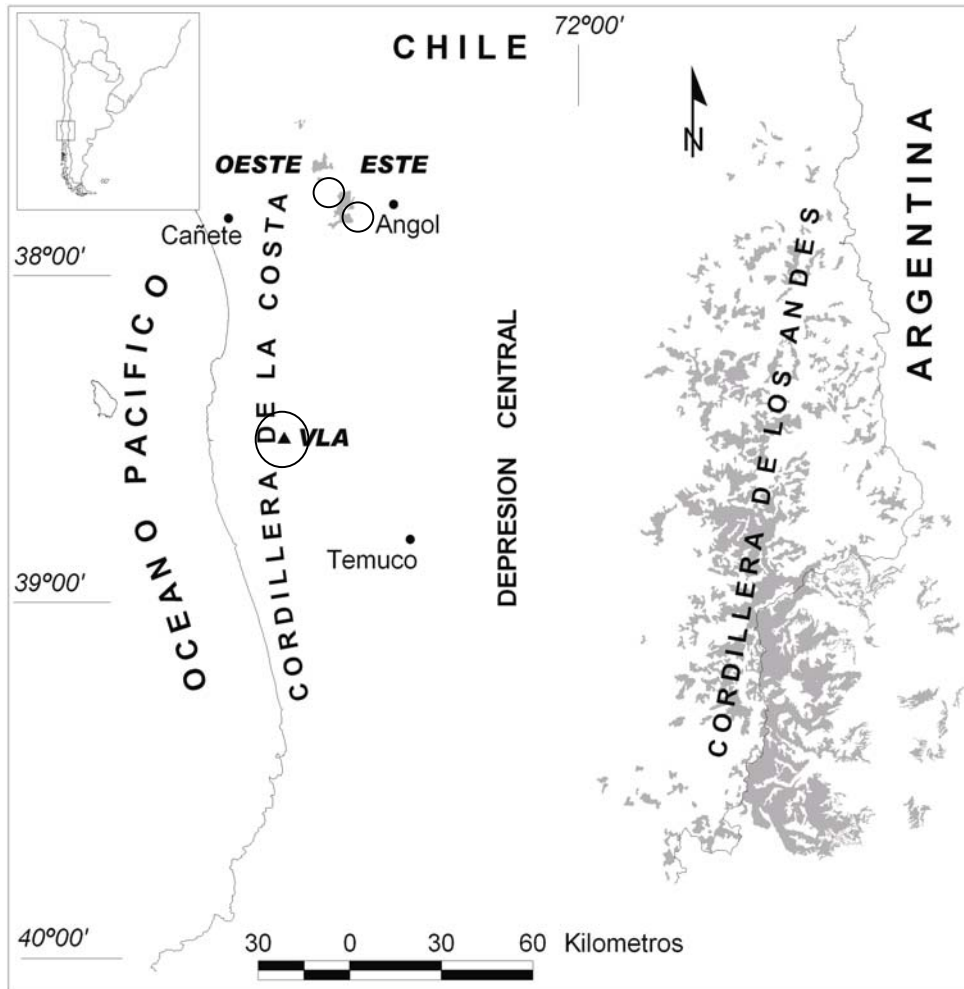


Figura 2. Bosques de *Araucaria araucana* en la cordillera de Nahuelbuta, régimen de propiedad y áreas de estudio. (a) VLA, (b) Oeste y Este. Superficie propiedades: ■ > 1,000 ha; ■ 200 - 1,000 ha; ■ <200 ha. ○ Parque Nacional Nahuelbuta. ● Áreas de estudio. // Bosques de araucaria.

a)

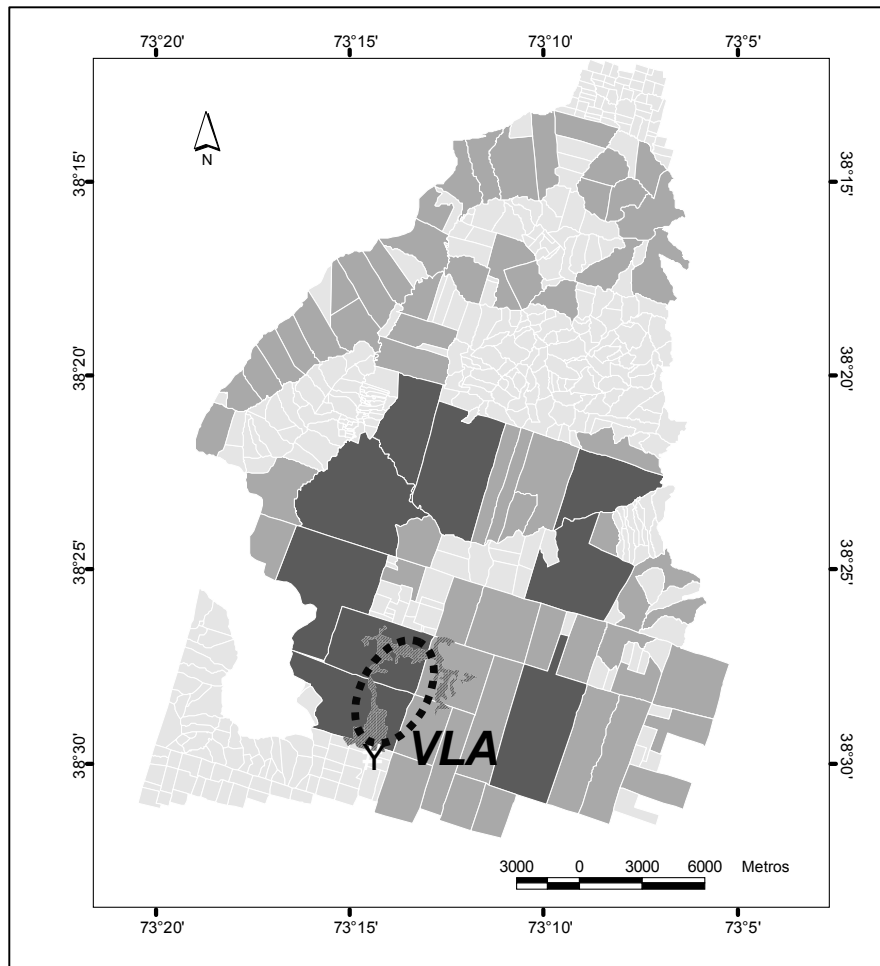


Figura 2. Continuación

b)

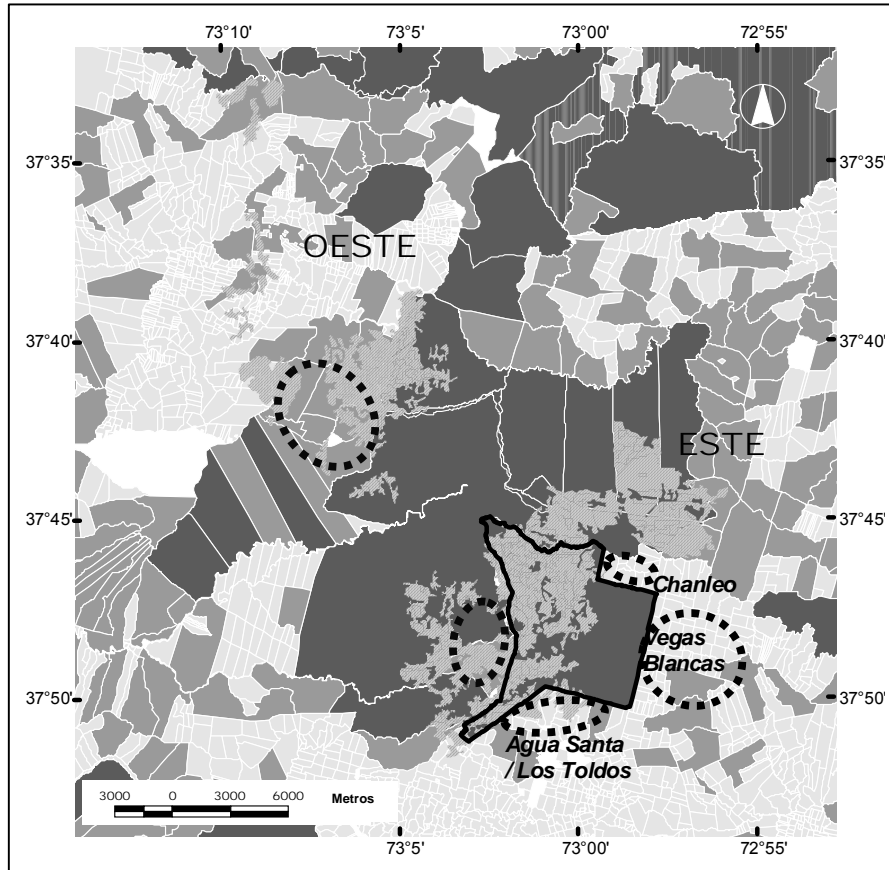


Figura 3. Representación de parcela de muestreo de 2,000 m² (100 x 20 m) y subparcelas de 4 m² (2x2 m).

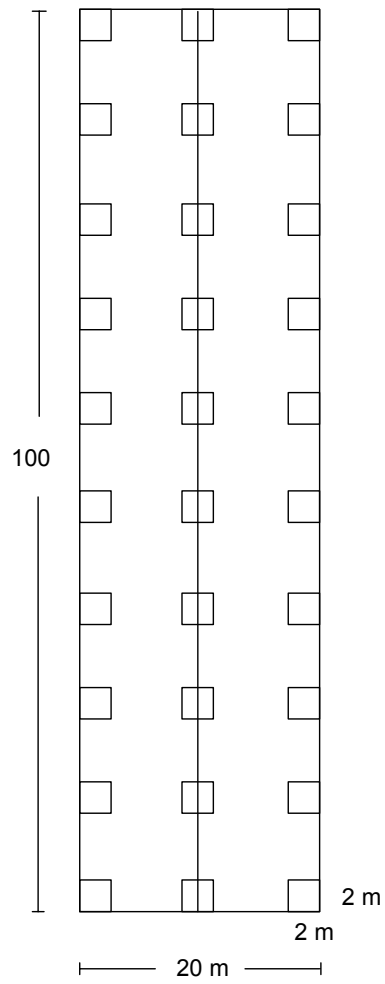


Figura 4. Categorías de alteración (± 1 error estándar) según área de estudio.

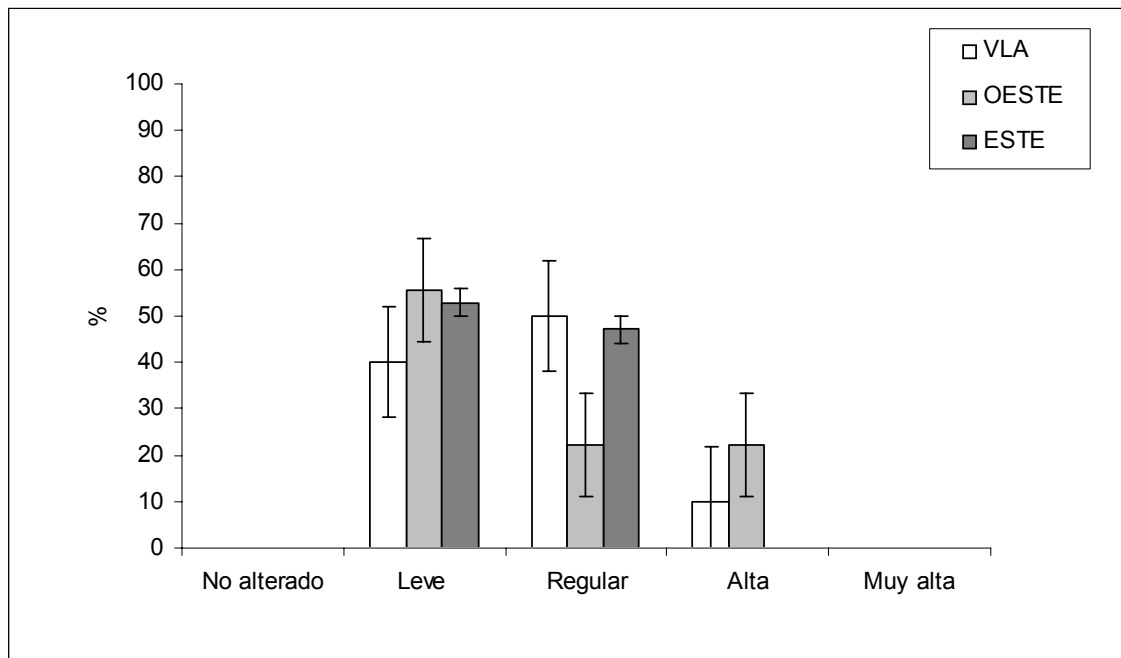


Figura 5. Densidad promedio (± 1 error estándar) de juveniles y brinzales de araucaria según área de estudio. Se utilizaron escalas distintas para facilitar la comprensión de las gráficas. VLA = Villa Las Araucarias, OES = Oeste y EST = Este.

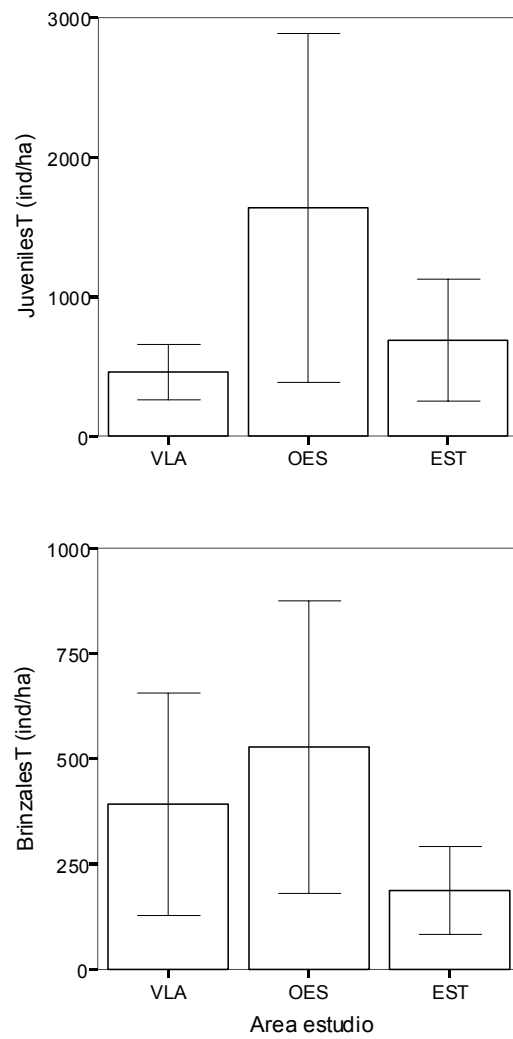


Figura 6. Regeneración (± 1 error estándar) según origen y área de estudio. (a) Juveniles, (b) Brinzales.

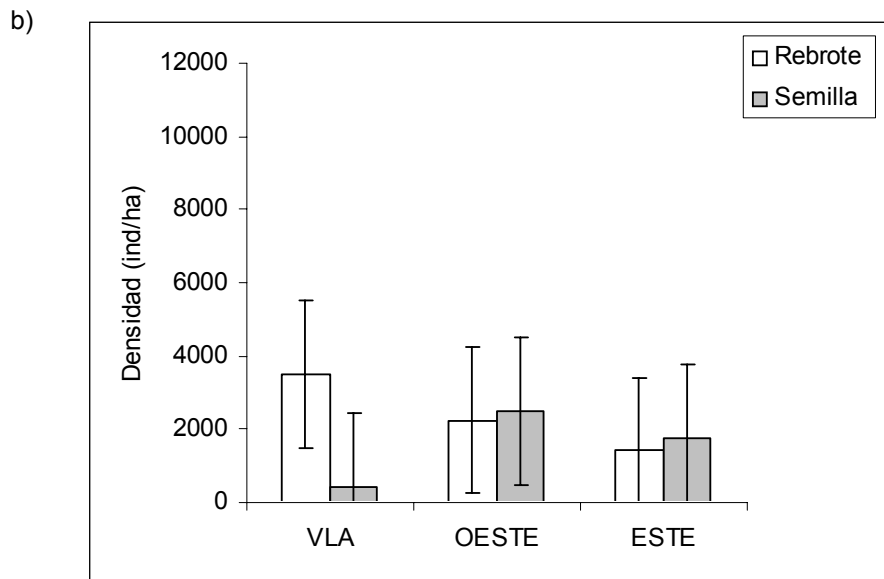
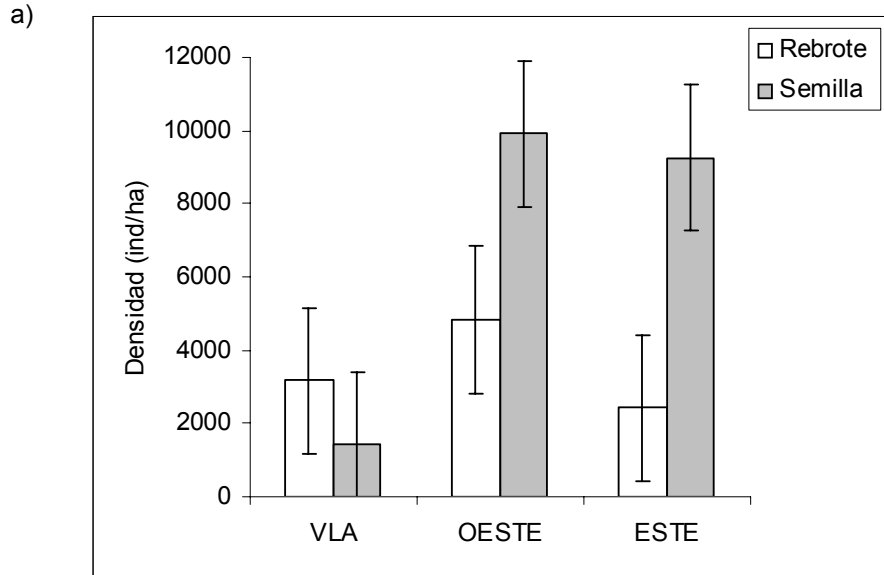
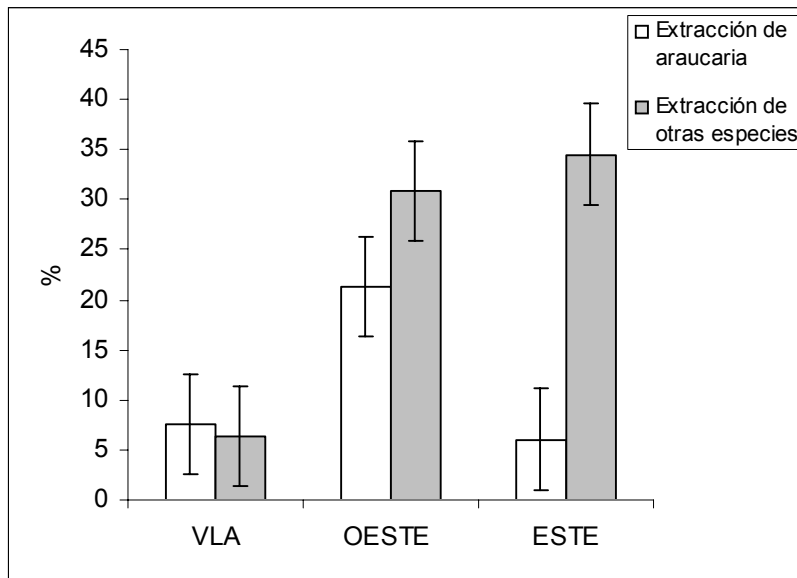


Figura 7. Extracción (%) de área basal (± 1 error estándar) según área de estudio para araucaria y especies con las que se asocia.



CUADROS

Cuadro 1. Variables para la estimación de estado de conservación e intervalos según puntaje.

| Variable | Puntuación | Intervalo |
|---|------------|---------------|
| Ganado | 1 | 3 - 6 |
| | 2 | 7 - 10 |
| | 3 | 11 - 12 |
| Incendios | 1 | 0 |
| | 2 | < 25 |
| | 3 | 25 - 50 |
| | 4 | > 50 |
| Extracción de araucaria | 1 | 0 |
| | 2 | 0 - 20 |
| | 3 | 20 - 50 |
| | 4 | > 50 |
| Densidad de brinzales de araucaria | 1 | 1,201 – 1,600 |
| | 2 | 801 – 1,200 |
| | 3 | 401 - 800 |
| | 4 | 0 - 400 |
| Daño estructuras reproductivas de araucaria | 1 | 0 |
| | 2 | < 25 |
| | 3 | 25 - 50 |
| | 4 | > 50 |
| Extracción de otras especies arbóreas | 1 | 0 |
| | 2 | 0 - 20 |
| | 3 | 20 - 50 |
| | 4 | > 50 |

Cuadro 2. Media (\pm error estándar) y valores mínimos y máximos de densidad (n/ha), área basal (m²/ha) y altura (m) de las principales especies arbóreas en las tres áreas de estudio. (a) *Araucaria*, (b) *N. dombeyi*, (c) Otras especies. *Otras especies. VLA: *Gevuina avellana*, *Nothofagu. antarctica*, *Lomatia hirsuta*, *Pseudotsuga menziesii*, *Drimys winteri*, *N. obliqua*, *Embothrium coccineum* y *Ovidea pillopillo*. OESTE: *N. obliqua*, *E. coccineum*, *O. pillopillo*, *P. menziesii*, *D. winteri*, *L. dentata*, *N. antarctica*, *G. avellana*, *Dasyphyllum diacanthoides*, *Eucalyptus* spp., *Maytenus boaria* y *Weinmannia trichosperma*. ESTE: *N. obliqua*, *D. winteri*, *L. dentata*, *N. antarctica*, *G. avellana*, *D. diacanthoides*, *M. boaria*, *L. hirsuta*, *Podocarpus saligna*, *L. ferruginea*, *Aristotelia chilensis*, *Myrceugenia exsucca*, *M. planipes*, *Laurelia sempervirens*

a) *Araucaria araucana*

| | VLA (10) | OESTE (9) | ESTE (17) |
|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Clase de diámetro | Densidad (n/ha) | | |
| 5 - 15 | 132 \pm 23.0, 40 - 220 | 113 \pm 34.4, 30 - 310 | 80 \pm 12.4, 10 - 180 |
| 15 - 25 | 62 \pm 10.7, 15 - 125 | 34 \pm 12.3, 0 - 105 | 28 \pm 5.4, 0 - 85 |
| 25 - 35 | 27 \pm 6.5, 0 - 75 | 19 \pm 7.1, 0 - 70 | 17 \pm 4.5, 0 - 60 |
| 35 - 45 | 22 \pm 5.3, 5 - 55 | 11 \pm 3.1, 0 - 25 | 8 \pm 2.2, 0 - 30 |
| 45 - 75 | 13 \pm 3.7, 0 - 30 | 13 \pm 4.6, 0 - 35 | 10 \pm 3.1, 0 - 45 |
| 75 - 100 | 2 \pm 1.1, 0 - 10 | 4 \pm 1.3, 0 - 10 | 5 \pm 1.6, 0 - 20 |
| > 100 | 0 \pm 0.0, 0 - 0 | 2 \pm 0.8, 0 - 5 | 4 \pm 1.4, 0 - 20 |
| | Área basal (m ² /ha) | | |
| 5 - 15 | 0.85 \pm 0.16, 0.21 - 1.90 | 0.68 \pm 0.20, 0.21 - 1.80 | 0.76 \pm 0.19, 0.03 - 2.74 |
| 15 - 25 | 2.01 \pm 0.39, 0.38 - 4.67 | 0.90 \pm 0.33, 0.00 - 2.92 | 1.04 \pm 0.29, 0.00 - 4.98 |
| 25 - 35 | 1.82 \pm 0.43, 0.00 - 4.88 | 1.19 \pm 0.41, 0.00 - 4.16 | 1.12 \pm 0.29, 0.00 - 3.75 |
| 35 - 45 | 2.58 \pm 0.68, 0.48 - 6.82 | 1.30 \pm 0.39, 0.00 - 3.44 | 1.46 \pm 0.33, 0.00 - 4.01 |
| 45 - 75 | 2.68 \pm 0.86, 0.00 - 7.45 | 3.18 \pm 1.17, 0.00 - 9.15 | 2.20 \pm 0.73, 0.00 - 10.88 |
| 75 - 100 | 1.12 \pm 0.61, 0.00 - 5.42 | 2.41 \pm 0.70, 0.00 - 5.53 | 2.77 \pm 0.90, 0.00 - 10.78 |
| > 100 | 0.00 \pm 0.00, 0.00 - 0.00 | 2.17 \pm 1.14, 0.00 - 7.92 | 5.52 \pm 1.99, 0.00 - 27.70 |
| | Altura (m) | | |
| 5 - 15 | 4.41 \pm 0.19, 3.50 - 5.63 | 4.77 \pm 0.49, 2.50 - 7.26 | 4.24 \pm 0.18, 3.00 - 6.00 |
| 15 - 25 | 7.04 \pm 0.45, 5.00 - 9.00 | 7.82 \pm 1.26, 4.50 - 11.89 | 7.63 \pm 0.71, 5.38 - 9.00 |
| 25 - 35 | 8.79 \pm 0.94, 7.30 - 10.35 | 11.48 \pm 2.26, 6.50 - 16.50 | 9.73 \pm 0.96, 6.50 - 14.00 |
| 35 - 45 | 10.60 \pm 0.44, 8.00 - 13.00 | 15.00 \pm 2.85, 8.00 - 20.00 | 12.06 \pm 1.67, 7.13 - 17.00 |
| 45 - 75 | 11.57 \pm 1.32, 9.00 - 14.00 | 16.11 \pm 3.37, 13.50 - 18.67 | 15.33 \pm 2.69, 11.50 - 19.00 |
| 75 - 100 | 15.17 \pm 2.60, 10.00 - 18.00 | 18.83 \pm 3.90, 17.00 - 21.50 | 20.23 \pm 3.88, 14.33 - 25.50 |
| > 100 | 0.00 \pm 0.00, 0.00 - 0.00 | 30.33 \pm 8.80, 27.00 - 32.00 | 25.42 \pm 4.52, 17.50 - 28.00 |

Cuadro 2. Continuación.

b) *Nothofagus dombeyi*

| | VLA (10) | OESTE (9) | ESTE (17) |
|-------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Clase de diámetro | Densidad (n/ha) | | |
| 5 - 15 | 432 ± 128.1, 0 - 1310 | 670 ± 399.4, 0 - 3550 | 491 ± 192.8, 10 - 2450 |
| 15 - 25 | 67 ± 23.4, 0 - 200 | 161 ± 46.4, 0 - 375 | 86 ± 19.9, 0 - 250 |
| 25 - 35 | 14 ± 5.9, 0 - 50 | 47 ± 18.7, 0 - 160 | 26 ± 7.1, 0 - 100 |
| 35 - 45 | 4 ± 1.6, 0 - 10 | 19 ± 8.1, 0 - 65 | 13 ± 3.7, 0 - 45 |
| 45 - 75 | 5 ± 2.5, 0 - 20 | 30 ± 11.6, 0 - 90 | 10 ± 3.0, 0 - 35 |
| 75 - 100 | 1 ± 0.6, 0 - 5 | 4 ± 3.0, 0 - 25 | 1 ± 0.4, 0 - 5 |
| > 100 | 0 ± 0.0, 0 - 0 | 2 ± 2.0, 0 - 15 | 1 ± 1.2, 0 - 20 |
| | Área basal (m ² /ha) | | |
| 5 - 15 | 2.53 ± 0.77, 0.00 - 7.47 | 4.03 ± 2.19, 0.00 - 19.69 | 3.12 ± 1.91, 0.03 - 32.54 |
| 15 - 25 | 2.02 ± 0.68, 0.00 - 6.23 | 4.33 ± 1.18, 0.00 - 9.35 | 2.97 ± 0.82, 0.00 - 12.28 |
| 25 - 35 | 0.90 ± 0.35, 0.00 - 3.44 | 3.05 ± 1.20, 0.00 - 10.33 | 2.42 ± 0.63, 0.00 - 8.81 |
| 35 - 45 | 0.42 ± 0.19, 0.00 - 1.26 | 2.31 ± 1.02, 0.00 - 8.65 | 4.14 ± 2.00, 0.00 - 29.91 |
| 45 - 75 | 1.01 ± 0.64, 0.00 - 5.38 | 7.36 ± 3.06, 0.00 - 24.51 | 2.52 ± 0.68, 0.00 - 7.33 |
| 75 - 100 | 0.30 ± 0.36, 0.00 - 3.04 | 2.38 ± 1.99, 0.00 - 16.34 | 0.36 ± 0.25, 0.00 - 3.04 |
| > 100 | 0.00 ± 0.00, 0.00 - 0.00 | 2.52 ± 2.32, 0.00 - 17.26 | 1.74 ± 1.50, 0.00 - 24.66 |
| | Altura (m) | | |
| 5 - 15 | 5.73 ± 0.56, 2.60 - 7.00 | 6.40 ± 0.99, 4.75 - 9.08 | 5.90 ± 0.42, 3.00 - 8.28 |
| 15 - 25 | 8.27 ± 0.35, 7.00 - 9.60 | 10.30 ± 1.31, 5.33 - 16.24 | 9.67 ± 1.18, 6.00 - 12.40 |
| 25 - 35 | 9.70 ± 1.62, 8.00 - 12.21 | 13.07 ± 2.25, 8.83 - 19.46 | 10.96 ± 0.94, 8.00 - 15.97 |
| 35 - 45 | 10.50 ± 2.74, 9.00 - 11.50 | 17.25 ± 4.18, 14.00 - 21.30 | 12.33 ± 1.92, 5.75 - 17.67 |
| 45 - 75 | 14.06 ± 3.64, 13.20 - 15.00 | 18.85 ± 3.90, 12.00 - 24.60 | 14.19 ± 2.22, 10.00 - 18.00 |
| 75 - 100 | 14.00 ± 6.26, 14.00 - 14.00 | 22.50 ± 6.83, 18.00 - 25.00 | 23.63 ± 5.97, 18.50 - 28.00 |
| > 100 | 0.00 ± 0.00, 0.00 - 0.00 | 26.00 ± 8.52, 25.00 - 27.00 | 21.17 ± 6.10, 17.00 - 27.50 |

Cuadro 2. Continuación

c) Otras especies*

| | VLA (10) | OESTE (9) | ESTE (17) |
|-------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Clase de diámetro | Densidad (n/ha) | | |
| 5 - 15 | 190 ± 112.1, 0 - 1090 | 257 ± 103.7, 0 - 1000 | 875 ± 80.5, 100 - 1330 |
| 15 - 25 | 2 ± 1.8, 0 - 15 | 47 ± 20.1, 0 - 170 | 124 ± 19.1, 0 - 300 |
| 25 - 35 | 0.1 ± 0.1, 0 - 1 | 6 ± 2.6, 0 - 20 | 24 ± 4.4, 0 - 60 |
| 35 - 45 | 0 ± 0.0, 0 - 00 | 5 ± 4.2, 0 - 25 | 5 ± 1.5, 0 - 15 |
| 45 - 75 | 0 ± 0.0, 0 - 00 | 7 ± 8.8, 0 - 60 | 1 ± 0.3, 0 - 5 |
| 75 - 100 | 0 ± 0.0, 0 - 00 | 1 ± 0.8, 0 - 5 | 0 ± 0.0, 0 - 00 |
| > 100 | 0 ± 0.0, 0 - 00 | 0 ± 0.0, 0 - 00 | 0 ± 0.0, 0 - 00 |
| | Área basal (m ² /ha) | | |
| 5 - 15 | 0.88 ± 0.54, 0.00 - 5.27 | 1.41 ± 0.58, 0.00 - 5.41 | 5.71 ± 0.60, 0.83 - 9.55 |
| 15 - 25 | 0.04 ± 0.05, 0.00 - 0.38 | 1.14 ± 0.52, 0.00 - 4.42 | 4.26 ± 0.62, 0.00 - 8.41 |
| 25 - 35 | 0.01 ± 0.01, 0.00 - 0.05 | 0.34 ± 0.15, 0.00 - 1.11 | 1.61 ± 0.29, 0.00 - 4.06 |
| 35 - 45 | 0 ± 0.00, 0 - 00 | 0.60 ± 0.49, 0.00 - 2.90 | 1.92 ± 0.85, 0.00 - 13.55 |
| 45 - 75 | 0 ± 0.00, 0 - 00 | 1.76 ± 2.20, 0.00 - 14.96 | 0.10 ± 0.06, 0.00 - 0.90 |
| 75 - 100 | 0 ± 0.00, 0 - 00 | 0.30 ± 0.40, 0.00 - 2.71 | 0 ± 0.00, 0 - 00 |
| > 100 | 0 ± 0.00, 0 - 00 | 0 ± 0.00, 0 - 00 | 0 ± 0.00, 0 - 00 |
| | Altura (m) | | |
| 5 - 15 | 4.20 ± 0.50, 2.00 - 6.40 | 5.34 ± 0.62, 4.14 - 6.80 | 4.95 ± 0.26, 3.16 - 7.48 |
| 15 - 25 | 8.00 ± 3.27, 8.00 - 8.00 | 9.31 ± 1.12, 6.75 - 12.53 | 7.73 ± 0.40, 5.30 - 11.00 |
| 25 - 35 | 4.00 ± 1.63, 4.00 - 4.00 | 13.67 ± 1.28, 9.00 - 16.67 | 10.12 ± 1.42, 7.25 - 18.00 |
| 35 - 45 | 0 ± 0.00, 0 - 00 | 13.44 ± 3.27, 10.88 - 16.00 | 10.31 ± 3.04, 10.75 - 16.30 |
| 45 - 75 | 0 ± 0.00, 0 - 00 | 15.55 ± 3.93, 12.00 - 19.10 | 8.00 ± 3.77, 16.00 - 16.00 |
| 75 - 100 | 0 ± 0.00, 0 - 00 | 19.00 ± 2.83, 19.00 - 19.00 | 0 ± 0.00, 0 - 00 |
| > 100 | 0 ± 0.00, 0 - 00 | 0 ± 0.00, 0 - 00 | 0 ± 0.00, 0 - 00 |

Cuadro 3. Valores de puntuación promedio según variable de disturbio de las áreas de estudio. 0: No alterado; 1 a 4: Alteraciones de intensidad en orden ascendente. * Variables referidas a araucaria

| Área de estudio | Variables | | | | | |
|-----------------------|-----------|------------|-------------|------------------------------|------------------------------------|--|
| | Ganado | Incendios* | Extracción* | Densidad de brinzales* | Daño estructuras reproductivas* | Extracción otras especies arbóreas |
| VLA | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| OESTE | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| ESTE | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 3 |

Cuadro 4. Número medio por ha (\pm error estándar) de árboles de araucaria según sexo en las áreas de estudio.

| Área de estudio | Sexo | | | Total |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| | Hembras | Machos | No determinado | |
| VLA | 4 \pm 1.5 | 9 \pm 5.4 | 245 \pm 39.3 | 258 \pm 38.8 |
| OESTE | 13 \pm 4.0 | 4 \pm 1.8 | 180 \pm 42.3 | 197 \pm 42.1 |
| ESTE | 14 \pm 3.6 | 14 \pm 3.9 | 124 \pm 21.3 | 152 \pm 22.9 |

Cuadro 5. Coeficientes de correlación de Pearson para las variables registradas en las áreas de estudio. (*) P<0.05, (**) P<0.01. (***) P<0.001. BT: densidad total de brinzales de araucaria; A: altitud; NB: densidad de bostas; NS: senderos de ganado doméstico; NAHF: número de árboles de araucaria con heridas de fuego; ABEA: área basal extraída de araucaria; ABET: área basal extraída de otras especies; BR: densidad de brinzales de araucaria de rebrote; BS: densidad de brinzales de araucaria de semilla; JT: densidad total de juveniles de araucaria; JR: densidad de juveniles de araucaria de rebrote; JS: densidad de juveniles de araucaria de semilla; RT: regeneración total de araucaria; NT: densidad de árboles de todas las especies; ABT: área basal total de todas las especies; NA: densidad de árboles de araucaria; ABA: área basal de araucaria; RA: riqueza de especies arbóreas. Áreas de estudio VLA: N=10, Oeste: N=9, y Este: N=17. No se considera en el análisis las variables regeneración dañada por pisoteo y daño en estructuras reproductivas de araucaria dados los escasos registros obtenidos.

a) VLA

| | NB | NS | NAHF | ABEA | ABET | BR | BS | JT | JR | JS | RT | NT | ABT | NA | ABA | RA |
|------|--------|--------|---------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|--------|
| BT | -0.104 | 0.206 | 0.659* | 0.811** | -0.507 | 0.963*** | 0.581* | 0.196 | 0.059 | 0.232 | 0.839*** | -0.037 | 0.021 | 0.342 | 0.492 | -0.387 |
| A | 0.237 | -0.154 | 0.035 | -0.008 | 0.210 | 0.102 | 0.263 | -0.181 | -0.530 | 0.379 | 0.019 | -0.775** | -0.273 | -0.350 | -0.014 | 0.004 |
| NB | 1.000 | 0.099 | -0.167 | -0.323 | 0.523* | -0.020 | -0.303 | -0.222 | 0.181 | -0.572* | -0.199 | -0.406 | -0.149 | 0.005 | -0.078 | -0.329 |
| NS | | 1.000 | 0.379 | 0.389 | 0.185 | 0.357 | -0.361 | -0.131 | -0.119 | -0.055 | 0.078 | -0.015 | -0.545* | -0.054 | -0.275 | 0.361 |
| NAHF | | | 1.000 | 0.457 | -0.462 | 0.666* | 0.289 | 0.543* | 0.294 | 0.480 | 0.783** | 0.057 | -0.255 | 0.053 | 0.073 | 0.035 |
| ABEA | | | | 1.000 | -0.443 | 0.852*** | 0.257 | -0.211 | -0.307 | 0.055 | 0.476 | 0.155 | 0.143 | 0.465 | 0.312 | -0.197 |
| ABET | | | | | 1.000 | -0.506 | -0.240 | -0.320 | -0.101 | -0.373 | -0.548* | -0.612* | -0.477 | -0.493 | -0.577* | 0.138 |
| BR | | | | | | 1.000 | 0.341 | 0.043 | -0.017 | 0.088 | 0.728** | 0.015 | -0.003 | 0.384 | 0.402 | -0.398 |
| BS | | | | | | | 1.000 | 0.558* | 0.259 | 0.546* | 0.733** | -0.175 | 0.083 | 0.032 | 0.504 | -0.149 |
| JT | | | | | | | | 1.000 | 0.768** | 0.601* | 0.698* | 0.216 | -0.067 | -0.052 | 0.297 | 0.224 |
| JR | | | | | | | | | 1.000 | -0.049 | 0.469 | 0.327 | 0.077 | 0.146 | 0.219 | -0.133 |
| JS | | | | | | | | | | 1.000 | 0.503 | -0.072 | -0.201 | -0.264 | 0.189 | 0.516 |
| RT | | | | | | | | | | | 1.000 | 0.093 | -0.022 | 0.221 | 0.524* | -0.159 |
| NT | | | | | | | | | | | | 1.000 | 0.662* | 0.699* | 0.440 | 0.189 |
| ABT | | | | | | | | | | | | | 1.000 | 0.836*** | 0.669* | -0.159 |
| NA | | | | | | | | | | | | | | 1.000 | 0.743** | -0.117 |

Cuadro 5. Continuación.

b) Oeste

| | NB | NS | NAHF | ABEA | ABET | BR | BS | JT | JR | JS | RT | NT | ABT | NA | ABA | RA |
|------|--------|---------------|-----------------|--------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|--------|-----------------|----------------|----------------|------------------|
| BT | -0.429 | 0.176 | -0.330 | 0.385 | -0.603* | 0.190 | 0.957*** | 0.837** | 0.007 | 0.937*** | 0.897*** | 0.200 | 0.894*** | 0.525 | -0.004 | -0.171 |
| A | 0.087 | 0.568* | -0.082 | 0.433 | 0.273 | -0.330 | 0.293 | -0.049 | -0.615* | 0.346 | 0.003 | -0.030 | -0.096 | -0.191 | -0.213 | -0.882*** |
| NB | 1.000 | 0.499 | -0.113 | -0.551 | 0.530 | -0.105 | -0.404 | -0.608* | -0.368 | -0.445 | -0.586* | -0.110 | -0.534 | -0.186 | 0.057 | 0.014 |
| NS | | 1.000 | -0.751** | -0.144 | 0.136 | 0.033 | 0.169 | 0.005 | -0.404 | 0.270 | 0.043 | -0.085 | 0.023 | -0.011 | -0.572* | -0.278 |
| NAHF | | | 1.000 | 0.062 | 0.155 | -0.221 | -0.269 | -0.326 | -0.090 | -0.308 | -0.337 | -0.073 | -0.329 | -0.357 | 0.703* | -0.155 |
| ABEA | | | | 1.000 | 0.183 | -0.396 | 0.507 | 0.418 | 0.148 | 0.373 | 0.422 | 0.141 | 0.190 | 0.320 | 0.087 | -0.511 |
| ABET | | | | | 1.000 | -0.736* | -0.392 | -0.632* | -0.263 | -0.540 | -0.644* | -0.265 | -0.804** | -0.289 | 0.051 | -0.266 |
| BR | | | | | | 1.000 | -0.104 | 0.361 | 0.440 | 0.119 | 0.333 | 0.406 | 0.503 | 0.326 | 0.067 | 0.466 |
| BS | | | | | | | 1.000 | 0.741* | -0.123 | 0.914*** | 0.810** | 0.082 | 0.757** | 0.435 | -0.024 | -0.312 |
| JT | | | | | | | | 1.000 | 0.472 | 0.818** | 0.992*** | 0.001 | 0.850** | 0.421 | -0.072 | 0.091 |
| JR | | | | | | | | | 1.000 | -0.122 | 0.382 | 0.024 | 0.194 | 0.298 | 0.032 | 0.514 |
| JS | | | | | | | | | | 1.000 | 0.868*** | -0.015 | 0.831** | 0.279 | -0.102 | -0.233 |
| RT | | | | | | | | | | | 1.000 | 0.045 | 0.885*** | 0.456 | -0.059 | 0.035 |
| NT | | | | | | | | | | | | 1.000 | 0.350 | 0.797** | 0.369 | 0.065 |
| ABT | | | | | | | | | | | | | 1.000 | 0.611* | 0.071 | 0.197 |
| NA | | | | | | | | | | | | | | 1.000 | 0.282 | 0.238 |

Cuadro 5. Continuación.

c) Este

| | NB | NS | NAHF | ABEA | ABET | BR | BS | JT | JR | JS | RT | NT | ABT | NA | ABA | RA |
|------|----------------|---------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------|-----------------|--------|
| BT | -0.561* | -0.268 | 0.595** | 0.191 | -0.236 | 0.725*** | 0.916*** | 0.787*** | 0.484* | 0.777*** | 0.857*** | 0.575** | 0.412* | 0.091 | 0.39 | -0.051 |
| A | -0.081 | 0.072 | 0.496* | -0.025 | -0.302 | -0.016 | 0.456* | 0.329 | 0.145 | 0.336 | 0.341 | 0.149 | 0.173 | 0.297 | 0.417* | -0.361 |
| NB | 1.000 | 0.468* | -0.464* | -0.438* | 0.360 | -0.515* | -0.451* | -0.408* | -0.170 | -0.419* | -0.452* | -0.224 | -0.488* | -0.071 | -0.332 | -0.230 |
| NS | | 1.000 | -0.400 | -0.273 | 0.224 | -0.204 | -0.240 | -0.261 | 0.014 | -0.294 | -0.272 | -0.154 | -0.399 | 0.182 | -0.06 | 0.101 |
| NAHF | | | 1.000 | 0.327 | -0.757*** | 0.278 | 0.634** | 0.559* | 0.100 | 0.601** | 0.585** | 0.36 | 0.730*** | 0.209 | 0.739*** | -0.108 |
| ABEA | | | | 1.000 | -0.328 | 0.440* | -0.001 | 0.299 | 0.161 | 0.300 | 0.288 | 0.029 | 0.296 | 0.169 | 0.202 | -0.041 |
| ABET | | | | | 1.000 | -0.069 | -0.276 | -0.256 | 0.207 | -0.327 | -0.261 | -0.128 | -0.767*** | -0.386 | -0.612** | 0.096 |
| BR | | | | | | 1.000 | 0.389 | 0.673** | 0.474* | 0.653** | 0.707*** | 0.447* | 0.060 | 0.252 | 0.085 | -0.222 |
| BS | | | | | | | 1.000 | 0.661** | 0.372 | 0.660** | 0.735*** | 0.509* | 0.516 | -0.025 | 0.473 | 0.061 |
| JT | | | | | | | | 1.000 | 0.617** | 0.987*** | 0.992*** | 0.735*** | 0.311 | 0.478* | 0.381 | -0.017 |
| JR | | | | | | | | | 1.000 | 0.483** | 0.612** | 0.401* | -0.011 | 0.268 | 0.328 | 0.052 |
| JS | | | | | | | | | | 1.000 | 0.980*** | 0.736*** | 0.348 | 0.478* | 0.357 | -0.029 |
| RT | | | | | | | | | | | 1.000 | 0.729*** | 0.342 | 0.418* | 0.396 | -0.024 |
| NT | | | | | | | | | | | | 1.000 | 0.108 | 0.263 | 0.015 | -0.067 |
| ABT | | | | | | | | | | | | | 1.000 | 0.017 | 0.698*** | 0.348 |
| NA | | | | | | | | | | | | | | 1.000 | 0.385 | -0.183 |

Cuadro 5. Continuación.

d) Total

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|--------|--------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| BT | -0.113 | 0.144 | 0.390 | 0.502*** | -0.428** | 0.673*** | 0.781*** | 0.667*** | 0.184 | 0.672*** | 0.799*** | 0.219 | 0.384* | 0.382* | 0.146 | -0.314* |
| A | 0.266 | -0.184 | -0.404** | 0.244 | 0.360* | -0.313* | 0.396** | 0.313* | -0.172 | 0.454** | 0.278* | 0.165 | 0.351* | -0.267 | 0.180 | -0.035 |
| NB | 1.000 | 0.272 | -0.092 | -0.226 | 0.328* | 0.012 | -0.163 | -0.215 | -0.142 | -0.172 | -0.203 | -0.042 | -0.207 | -0.088 | -0.092 | -0.109 |
| NS | | 1.000 | 0.208 | -0.040 | -0.044 | 0.310 | -0.067 | -0.126 | -0.113 | -0.085 | -0.064 | -0.159 | -0.390** | 0.201 | -0.248 | -0.183 |
| NAHF | | | 1.000 | 0.195 | -0.508*** | 0.652*** | -0.025 | -0.006 | 0.101 | -0.060 | 0.097 | -0.048 | -0.179 | 0.221 | 0.141 | -0.290* |
| ABEA | | | | 1.000 | -0.095 | 0.323* | 0.405** | 0.396** | 0.166 | 0.368* | 0.450** | 0.134 | 0.245 | 0.282* | 0.123 | -0.312* |
| ABET | | | | | 1.000 | -0.472** | -0.178 | -0.258 | -0.145 | -0.220 | -0.320* | -0.119 | -0.421** | -0.468** | -0.309* | 0.159 |
| BR | | | | | | 1.000 | 0.064 | 0.188 | 0.253 | 0.081 | 0.327* | 0.090 | -0.065 | 0.430** | 0.019 | -0.306* |
| BS | | | | | | | 1.000 | 0.742*** | 0.034 | 0.839*** | 0.802*** | 0.220 | 0.573*** | 0.152 | 0.181 | -0.165 |
| JT | | | | | | | | 1.000 | 0.502*** | 0.886*** | 0.981*** | 0.316* | 0.546*** | 0.263 | 0.150 | 0.018 |
| JR | | | | | | | | | 1.000 | 0.043 | 0.453** | 0.103 | 0.104 | 0.243 | 0.029 | 0.166 |
| JS | | | | | | | | | | 1.000 | 0.890*** | 0.311* | 0.574* | 0.173 | 0.157 | -0.068 |
| RT | | | | | | | | | | | 1.000 | 0.312* | 0.540*** | 0.312* | 0.159 | -0.067 |
| NT | | | | | | | | | | | | 1.000 | 0.326 | 0.439** | 0.161 | 0.082 |
| ABT | | | | | | | | | | | | | 1.000 | 0.194 | 0.544*** | 0.290* |
| NA | | | | | | | | | | | | | | 1.000 | 0.299* | -0.16 |

Cuadro 6. Cambio de uso de suelo, superficie de bosques original y actual. ¹Incluye los Tipos Forestales Roble-Hualo, Roble-Raulí-Coihue y Coihue-Raulí-Tepa; ²Incluye los Tipos Forestales Coihue-Raulí-Tepa y Roble-Raulí-Coihue; ³Según Lara et al. (1999); ⁴Según CONAF et al. (1999). Modificado de Lara et al. (1999).

| Regiones | Categoría | Original (1550) | Superficie (ha) | | | Fracción Remanente % ³ | Superficie Renoval ⁴ | |
|---------------------------------|--|--------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|---|------------------------------------|----|
| | | | Actual (1997) | Lara et al. (1999) | CONAF al. (1999) | | et | Ha |
| VIII Región del Bío Bío | 1. Áreas agrícolas | 0 | 1,038,176 | - | - | - | - | - |
| | 2. Praderas y matorrales | 1,211,226 | 625,781 | - | - | 52 | - | - |
| | 3. Plantaciones | 0 | 1,015,656 | - | - | - | - | - |
| | 4. Bosque Nativo | | | | | | | |
| | - Araucaria | 110,080 | 42,548 | 43,525 | 39 | 7,886 | 18 | |
| | - Ciprés de la Cordillera | 41,698 | 17,837 | 18,793 | 43 | 8,863 | 47 | |
| | - Bosque de <i>Nothofagus</i> ¹ | 1,423,596 | 525,936 | 555,244 | 12 | 453,487 | 82 | |
| | - Esclerófilo | 423,008 | 4,336 | 15,289 | 1 | 14,918 | 98 | |
| | - | | | | | | | |
| | - Siempreverde | 56,160 | 6,885 | 8,876 | 12 | 4,573 | 52 | |
| | - Lengua y Ñirre | 178,521 | 152,624 | 144,039 | 85 | 48,191 | 33 | |
| | Subtotal Bosque Nativo | 2,233,064 | 750,166 | 785,766 | 34 | 537,918 | 68 | |
| IX Región de la Araucanía | 1. Áreas agrícolas | 0 | 1,060,966 | - | - | - | - | - |
| | 2. Praderas y matorrales | 267,094 | 701,110 | - | - | 262 | - | - |
| | 3. Plantaciones | 0 | 370,267 | - | - | - | - | - |
| | 4. Bosque Nativo | | | | | | | |
| | - Araucaria | 383,959 | 216,450 | 207,885 | 56 | 12,433 | 6 | |
| | - Ciprés de la Cordillera | 7,167 | 5,016 | 5,265 | 70 | 3,490 | 66 | |
| | - Bosque de <i>Nothofagus</i> ² | 1,895,347 | 486,319 | 537,127 | 26 | 379,913 | 71 | |
| | - Esclerófilo | 121,900 | 0 | 355 | 0 | 309 | 87 | |
| | - | | | | | | | |
| | - Siempreverde | 206,167 | 44,493 | 55,670 | 22 | 39,030 | 70 | |
| | - Lengua y Ñirre | 105,034 | 103,445 | 102,200 | 98 | 14,272 | 14 | |
| | Subtotal Bosque Nativo | 2,719,581 | 855,723 | 908,501 | 31 | 449,447 | 49 | |

Cuadro 7. Superficie actual según uso de suelo a nivel nacional y para las Regiones VIII del Bío Bío y IX de la Araucanía. Fuente: CONAF et al. (1999).

| Uso de suelo | Nacional | | Región | | | |
|------------------------------|-------------------|---------------|-------------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| | Superficie (ha) | % | VIII Superficie (ha) | % | IX Superficie (ha) | % |
| Áreas urbanas e industriales | 182,184 | 0.20 | 24,915 | 0.67 | 10,735 | 0.34 |
| Terrenos agrícolas | 3,814,326 | 5.00 | 1,009,974 | 27.23 | 955,080 | 30.01 |
| Praderas y matorrales | 20,529,673 | 27.10 | 605,252 | 16.32 | 711,965 | 22.37 |
| Bosques | 13,430,600 | 17.77 | 786,207 | 21.20 | 908,501 | 28.54 |
| Plantaciones forestales | 2,119,004 | 2.80 | 977,714 | 26.36 | 378,980 | 11.91 |
| Humedales | 4,498,060 | 5.90 | 10,632 | 0.29 | 23,118 | 0.73 |
| Áreas sin vegetación | 24,727,789 | 32.70 | 110,427 | 2.98 | 62,411 | 1.96 |
| Nieves y glaciares | 4,646,660 | 6.10 | 127,974 | 3.45 | 76,733 | 2.41 |
| Aguas continentales | 1,226,829 | 1.60 | 48,333 | 1.30 | 54,839 | 1.72 |
| Áreas no determinadas | 399,769 | 0.50 | 7,234 | 0.20 | 348 | 0.01 |
| TOTAL | 75,574,894 | 100.00 | 3,708,665 | 100.00 | 3,182,731 | 100.00 |

Cuadro 8. Superficie según uso de suelo a nivel de comuna. ²IX Región, ¹VIII Región. Fuente: CONAF et al. (1999).

| Uso de suelo | Comuna | | | | | | | |
|------------------------------|----------------------|---------------|---------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
| | Carahue ² | | Cañete ¹ | | Angol ² | | Purén ² | |
| | Superficie (ha) | % | Superficie (ha) | % | Superficie (ha) | % | Superficie (ha) | % |
| Áreas urbanas e industriales | 197 | 0.15 | 225 | 0.21 | 732 | 0.61 | 223 | 0.48 |
| Terrenos agrícolas | 46,712 | 34.91 | 23,210 | 21.33 | 14,301 | 11.91 | 10,031 | 21.53 |
| Praderas y matorrales | 28,118 | 21.02 | 19,918 | 18.30 | 16,383 | 13.65 | 14,813 | 31.79 |
| Bosques | 28,953 | 21.64 | 22,161 | 20.37 | 45,635 | 38.01 | 11,168 | 23.97 |
| Plantaciones forestales | 23,367 | 17.47 | 36,710 | 33.74 | 42,867 | 35.70 | 9,937 | 21.33 |
| Humedales | 3,844 | 2.87 | 607 | 0.56 | 32 | 0.03 | 423 | 0.91 |
| Áreas sin vegetación | 1,232 | 0.92 | 2,864 | 2.63 | 10 | 0.01 | 0 | 0.00 |
| Nieves y glaciares | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| Aguas continentales | 1,369 | 1.02 | 3,119 | 2.87 | 102 | 0.08 | 0 | 0.00 |
| Áreas no determinadas | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| TOTAL | 133,792 | 100.00 | 108,814 | 100.00 | 120,062 | 100.00 | 46,595 | 100.00 |

Cuadro 9. Cambios de la población urbana y rural en el período 1952 - 2002 a nivel nacional y para las Regiones VIII del Bío Bío y IX de la Araucanía. Fuente: INE (2003)

| Población | | | | | | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| | 1952 | 1960 | 1970 | 1982 | 1992 | 2002 |
| Total país | | | | | | |
| Población | 5,932,995 | 7,374,115 | 8,884,768 | 11,329,736 | 13,348,401 | 15,116,435 |
| Urbana | 3,601,612 | 5,028,060 | 6,675,137 | 9,316,120 | 11,140,405 | 13,090,113 |
| Rural | 2,331,383 | 2,346,055 | 2,209,631 | 2,013,616 | 2,207,996 | 2,026,322 |
| Rural % | 39.00 | 32.00 | 25.00 | 18.00 | 17.00 | 13.00 |
| VIII Región | | | | | | |
| Población | 873,489 | 1,083,338 | 1,253,345 | 1,518,888 | 1,734,305 | 1,861,562 |
| Urbana | 466,083 | 648,506 | 844,148 | 1,152,504 | 1,343,097 | 1,528,306 |
| Rural | 407,406 | 434,832 | 409,197 | 366,384 | 391,208 | 333,256 |
| Rural % | 47.00 | 40.00 | 33.00 | 24.00 | 23.00 | 18.00 |
| IX Región | | | | | | |
| Población | 524,491 | 568,954 | 599,899 | 698,232 | 781,242 | 869,535 |
| Urbana | 182,570 | 231,246 | 298,024 | 396,938 | 478,825 | 588,408 |
| Rural | 341,921 | 337,708 | 301,875 | 301,294 | 302,417 | 281,127 |
| Rural % | 65.00 | 59.00 | 50.00 | 43.00 | 39.00 | 32.00 |

Cuadro 10. Población urbana y rural, niveles de pobreza y migración neta según comuna y Región. Se considera pobre a las familias urbanas y rurales con un ingreso inferior a \$1,000 y \$600 mensuales, respectivamente (equivalente aprox. en pesos chilenos a \$47,000 y \$32,000). Un hogar es calificado como pobre cuando su ingreso per cápita es inferior a 2 veces el valor de una canasta básica de alimentos en la zona urbana, y a 1.75 veces en la zona rural. Fuente: INE (2003), MIDEPLAN (2007).

| Población | Área administrativa | | | | | |
|-------------|----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| | Carahue ¹ | Cañete ² | Angol ¹ | Purén ¹ | VIII Región | IX Región |
| Total | 25,696 | 31,270 | 48,996 | 12,868 | 1,861,562 | 869,535 |
| Urbana | 11,596 | 19,839 | 43,801 | 7,604 | 1,528,306 | 588,408 |
| Rural | 14,100 | 11,431 | 5,195 | 5,264 | 333,256 | 281,127 |
| Rural (%) | 54.87 | 36.56 | 10.60 | 40.91 | 17.90 | 32.33 |
| Pobreza (%) | 27.60 | 22.50 | 22.70 | 25.20 | 20.70 | 20.10 |
| Migración | -825 | -114 | 400 | -517 | -18,764 | -1,824 |

ANEXOS

Artículo sometido a la Revista Chilena de Historia Natural

Factores de disturbio y actores sociales en bosques de *Araucaria araucana* (Molina) K.

Koch en la cordillera de Nahuelbuta, Chile.

Título acortado: Disturbio y actores sociales en bosques de araucaria

CARLOS ZAMORANO-ELGUETA¹², MARIO GONZÁLEZ-ESPINOSA,
ANTONIO LARA-AGUILAR, MANUEL ROBERTO PARRA-VÁZQUEZ.

¹El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Apartado Postal 63, 29000 San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México; e-mail para correspondencia: czamorano@ecosur.mx

²Departamento de Ecología y Sistemática Terrestres, Área de Conservación de la Biodiversidad. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Apartado Postal 63, 29200 San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

³Departamento de Gestión de los Recursos Naturales, Área de Sistemas de Producción Alternativos, El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Apartado Postal 63, 29200 San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

⁴Instituto de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

RESUMEN

En la Cordillera de los Andes se concentra 97% de los bosques de *Araucaria araucana*, mientras que el restante 2,9% se encuentra en el cordón montañoso de Nahuelbuta en la Cordillera de la Costa, en dos poblaciones disyuntas dentro de uno de los *hotspots* de biodiversidad mundial. En torno a estas dos poblaciones se encuentran pequeños y grandes propietarios y empresas forestales. Los objetivos de este estudio fueron (1) identificar los principales factores de disturbio que afectan los bosques de araucaria, (2) determinar la relación de éstos con los actores locales y (3) analizar su impacto en la regeneración de esta especie. Los disturbios se evaluaron a través de indicios de la presencia de ganado doméstico, incendios, extracción de árboles, daño en estructuras reproductivas de araucaria y extracción de especies acompañantes de esta conífera. Si bien araucaria es una especie protegida, la extracción de otras especies arbóreas (principalmente del género *Nothofagus*) y la ganadería presentaron un impacto negativo en su regeneración. Los registros de la primera variable fueron mayores en pequeñas propiedades, mientras que la alteración por ganadería fue similar entre éstas y las propiedades de empresas forestales. Para la conservación de araucaria es probablemente más efectivo proteger el conjunto de unidades del paisaje en que crece, lo que es viable por el marco legal nacional e internacional que reconoce su importancia ecológica, cultural y económica. Esto permitiría conciliar los distintos intereses y necesidades vinculados a estos bosques para su conservación.

Palabras clave: alteraciones antrópicas, comunidades campesinas, bosques nativos, disturbio humano, especies amenazadas, restauración de bosques.

ABSTRACT

Most of the *Araucaria araucana* forests are concentrated in the Andes (97%), while the remaining 2.9% is located in the mountainous range of Nahuelbuta in the coast range, in two disjunct populations inside one of the hotspots of global biodiversity. These latter forests are impacted by the activities of large forestry companies and small and large landowners. The objectives of this study were (1) to identify the key disturbance factors that affect araucaria forests, (2) to determine the relationship between disturbance and the local social actors, and (3) to analyze its impact on the regeneration of this species. Disturbance factors were identified through evidence of the activity of livestock, fires, logging, damage to reproductive structures of araucaria, and removal of other tree species associated to this conifer. The results indicate that the removal of trees associated to araucaria, mainly species of *Nothofagus* and livestock have a negative impact on its regeneration. The impact of tree removal was higher in the vicinity of rural communities, while liverstock as a major alteration occurred inside the properties of large forestry companies. The study suggests that the conservation of araucaria is probably more effective through the protection of the varied landscape units where it grows. This seems feasible considering the currently available national and international legal framework that recognizes the ecological, cultural and economic importance of araucaria. In the end, this could reconcile the different interests and needs of the social actors involved around these forests and would help to its conservation.

Keywords: Anthropogenic disturbance, endangered species, human distrurbance, forest restoration, rural communities.

INTRODUCCION

Chile presenta el mayor porcentaje de especies de plantas endémicas de Sudamérica (51.7% de endemismos), concentrados en el centro y sur del país (30°-43°S, Davis et al., 1997). Esta área es reconocida como uno de los 25 *hotspots* de biodiversidad mundial (Dinerstein et al., 1995; Bryant et al., 1997; Stattersfield et al., 1998; Myers et al., 2000) y se caracteriza por una alta tasa de pérdida de hábitat y escasa protección dentro del sistema de áreas protegidas del Estado (Armesto et al., 1992). Esta alta incidencia de endemismos de los bosques templados de Chile puede compararse al de muchos ecosistemas insulares por su aislamiento geográfico de otras formaciones vegetales del continente desde el Cuaternario (Armesto et al., 1992, 1995; Hechenleitner et al., 2005). Los endemismos se concentran en el cordón montañoso de Nahuelbuta, en la Cordillera de la Costa de Chile, lo que probablemente refleja la ubicación de refugios de la vegetación de bosques durante el último periodo glacial (Armesto et al., 1995, Villagrán & Le-Quesne, 1996).

Los bosques del centro y sur de Chile han estado expuestos a intensos procesos de deforestación, tanto por la explotación maderera como por el desarrollo de una agricultura intensiva, siendo común el uso de fuego para la destrucción de extensas áreas de bosques (Verniory, 2005; Camus, 2006; Otero 2006). Estos mismo autores documentan cómo estos procesos derivaron en profundos impactos ambientales como erosión de suelos, pérdida de cursos de agua y estancamiento de ríos, entre otros. Desde inicios del siglo XX se incentivó el establecimiento de plantaciones de especies forestales exóticas, en especial *Pinus radiata*, para el control de los procesos erosivos y para el desarrollo de la industria forestal (Rosenblitt y Nazer, 2005; Camus,

2006). Sin embargo, también extensas áreas de bosques han sido utilizadas para establecer estas plantaciones, y es una de las principales causas de pérdida de vegetación nativa hasta el día de hoy. Un estudio reciente estimó que 67 y 24% de los bosques nativos desaparecieron en la costa de las regiones VII y X en los períodos 1975-2000 y 1976-2000, respectivamente (Echeverría et al., 2006). De este modo, paradójicamente, las áreas donde el bosque se refugió y sobrevivió durante la última gran glaciación pleistocénica, con su alto endemismo de flora y fauna, son hoy las más devastadas por el impacto humano (Armesto et al., 1995).

En la Cordillera de Nahuelbuta se encuentra tan sólo 2.9% (7,435 ha) de los bosques de araucaria, *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch, en dos poblaciones disyuntas. Casi la totalidad (97%, 246,279 ha) de los bosques de dicha especie se concentran en la Cordillera de los Andes (Cortés, 2003). La población costera más meridional crece en paisajes muy alterados alrededor de 600 m de altitud en el área de Villa Las Araucarias (38° 29'S), mientras que la población más septentrional (la de mayor extensión en esta Cordillera) se encuentra en el sector del Parque Nacional Nahuelbuta, entre 1,000 y 1,400 m (37° 40'S, Fig. 1, Montaldo, 1974; Cortés, 2003; Bekessy et al., 2004). La araucaria, o *pehuén* en mapudungun (lengua indígena mapuche), es una conífera endémica de los bosques templados de Chile y Argentina, cuyas características particulares le dan una fisonomía de gran valor estético a los bosques que forma, distinguiéndolos notablemente de cualesquiera otros entre los bosques templados sudamericanos (Montaldo, 1974; Donoso, 1993). Esta especie posee gran importancia cultural y económica para el pueblo indígena pehuenche, el cual lo considera un árbol sagrado. Estas comunidades indígenas se concentran exclusivamente en la Cordillera de los Andes. La araucaria es una de las especies arbóreas más longevas y de mayor tamaño en Chile: puede vivir más de 1,300 años,

alcanzar más de 30 m de altura y 2.5 - 3 m de diámetro (Montaldo, 1951, 1974). Su corteza es muy densa y de difícil inflamabilidad, permitiendo a esta especie sobrevivir a la constante actividad volcánica en su área de distribución (Donoso, 1993; Rodríguez et al., 1983). En las mayores altitudes de Nahuelbuta crece junto a *Nothofagus pumilio* y *N. dombeyi*, asociándose en las laderas occidentales de menor altitud con *N. alpina* y *N. obliqua* (Donoso, 1984a). En los límites altitudinales de la vegetación y en bolsones de frío se asocia a *N. antarctica* (Delmastro y Donoso, 1980).

Araucaria fue declarada Monumento Natural en 1976, se encuentra incluida en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) en 1979, y ha sido clasificada como especie vulnerable dentro de las categorías de conservación de la flora chilena (Benoit 1989). Sin embargo, tanto la extracción de las especies arbóreas que crecen asociadas a araucaria, en especial del género *Nothofagus*, como la actividad ganadera representan prácticas comunes en estos bosques, con impactos aún no determinados en la dinámica natural de esta conífera. Estas alteraciones probablemente no se desarrollan de manera homogénea en Nahuelbuta y, posiblemente, el régimen de propiedad sea uno de los factores que determinan la intensidad variable de estas presiones antrópicas.

El propósito de este estudio es determinar los principales factores de disturbio que afectan los bosques de araucaria y contribuir a la comprensión de su impacto en la conservación de esta conífera en la cordillera de Nahuelbuta. Los objetivos específicos que se plantean son: (1) identificar los principales factores de disturbio que afectan los bosques de araucaria; (2) explorar la relación del disturbio con la regeneración de araucaria y, a través de ésta, con su conservación; y (3) establecer la relación entre los factores e intensidad de los disturbios con los actores

locales. Proponemos que, aunque se prohíbe nacional e internacionalmente la tala y comercialización de madera de araucaria, la explotación de especies arbóreas asociadas a esta especie y la ganadería pueden afectar su conservación. Como hipótesis postulamos que los diversos niveles de disturbio impactan negativamente en la regeneración de araucaria, y que las mayores alteraciones ocurren en pequeñas propiedades, dada la necesidad de actividades productivas que permitan la subsistencia de la unidad familiar, mientras que el disturbio podrá ser menor en las medianas y grandes propiedades, cuyos propietarios dependen en menor medida de los bosques nativos.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio y muestreo

El estudio se efectuó en la Cordillera de la Costa, en el cordón montañoso denominado cordillera de Nahuelbuta (Figs. 1 y 2). Las áreas de estudio corresponden a la localidad de Villa Las Araucarias, en la comuna de Carahue (provincia de Cautín, IX Región de la Araucanía, área VLA; 38° 29' latitud S y 73° 12' longitud O, en una altitud promedio de 600 m) y en ambas vertientes cercanas al Parque Nacional Nahuelbuta, en las Comunas de Cañete (provincia de Arauco), y de Purén y Angol, (provincia de Malleco, áreas OESTE y ESTE, respectivamente; 37° 44'-37° 51' latitud S, 72° 55'-73° 03' longitud O, en altitudes entre 700 y 1,400 m, Figs. 1 y 2). Las áreas de estudio presentan un clima templado lluvioso de costa occidental con influencia mediterránea (Fuenzalida, 1965). Se establecieron 36 parcelas (VLA n = 10; OESTE n = 9; ESTE n = 17) de 2,000 m² de superficie (100 x 20 m), donde la vegetación presentaba una distribución homogénea y en lo posible alejada del borde del rodal. Las variables registradas en

los árboles (individuos de >1,3 m de altura y >5 cm. de diámetro) correspondieron a diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total, presencia o ausencia de daño en ramas por cosecha de conos de araucaria, número y diámetro de tocones de araucaria (cuantificación de la extracción de la especie), número y diámetro de tocones de otras especies (cuantificación del uso de las especies asociadas). Se registraron igualmente los árboles de araucaria con heridas de fuego, identificadas visualmente con base en la presencia de cicatrices o troncos tiznados. Los juveniles (< 1.3 m de altura y < 5 cm de diámetro) y brinzales (>1.3 m de altura y < 5 cm de diámetro) se registraron en un total de 30 subparcelas de 2 x 2 m establecidas en cada una de las parcelas de 2,000 m² (10 subparcelas por cada uno de los ejes más largos). En cada parcela se contó el número de bostas y de senderos de ganado, así como la densidad de plantas y juveniles de araucaria dañada por pisoteo. El ramoneo no fue considerado al no ser araucaria una especie palatable.

Análisis

Las diferencias entre las parcelas y áreas de estudio se evaluaron con análisis de varianza (ANOVA) en el caso de las variables continuas que cumplieron con los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad una vez que se sometieron a transformaciones. La significancia de las diferencias de las variables entre las áreas de estudio se determinó con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. En el caso de las variables discretas que al ser transformadas no cumplieron con alguno de los supuestos requeridos se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Zar, 1974). Se utilizó un análisis de regresión lineal simple y múltiple para identificar las variables que pudieran permitir predecir mejor la densidad de juveniles y brinzales de araucaria en cada área de estudio y para el total de las parcelas

muestreadas. Se realizó una prueba de ji cuadrada con el objeto de determinar posibles diferencias de juveniles y brinzales de araucaria según su origen entre las áreas de estudio. Todos los análisis fueron realizados con el software SPSS v. 11.5.

RESULTADOS

Regeneración de araucaria

La regeneración de araucaria fue mayor en el área Oeste, registrándose los menores valores en VLA (Figs. 3 y 4). En general en VLA más de 60% de los juveniles tenían origen vegetativo, mientras que en las áreas Oeste y Este éstos provenían mayormente de semillas, con un 20 a 30% de origen asexual. En VLA se encontró casi la totalidad de los brinzales originados a partir de rebrotes, con una proporción similar de individuos de origen sexual y asexual para las dos últimas áreas de estudio. Se determinaron diferencias significativas entre las áreas de estudio para densidad total de brinzales y brinzales originados a partir de rebrote (Figs. 3 y 4; densidad total de brinzales: $\chi^2 = 40.33$; g.l. = 26; $P = 0.036$; brinzales de rebrote $\chi^2 = 34.41$; g.l. 14; $P = 0.002$). Se ajustó un modelo de regresión lineal múltiple (procedimiento por pasos, *stepwise*) a partir de variables relacionadas con los factores de disturbio (ganadería, incendios, extracción), de estructura del rodal y del sitio. Se eligió un modelo con dos variables predictoras independientes de signo contrario que explicaron 36% de la varianza del número de brinzales (Y) entre las 36 parcelas evaluadas: $Y = 338.9 + 601.6 X_1 - 324.3 X_2 + \varepsilon$ ($F_{2,33} = 10.9$, $P < 0.001$), donde X_1 = área basal extraída de *A. araucana* ($t = 3.43$, $P = 0.002$) y X_2 = área basal extraída de otras especies ($t = -2.83$, $P = 0.008$). Para predecir la densidad de juveniles (Y) el modelo seleccionado explicó 27% de la varianza, e incluyó tres variables independientes: $Y = -1,069.0 +$

$1.6 X_1 + 1,307.9 X_2 - 1,039.9 X_3 + 124.2 X_4 + \varepsilon$ ($F_{4,31} = 4.3$, $P < 0.01$), donde X_1 = altitud ($t = 2.36$, $P = 0.025$), X_2 = área basal extraída de *A. araucana* ($t = 2.05$, $P = 0.048$) y X_3 = área basal extraída de otras especies ($t = -2.49$, $P = 0.018$). Para predecir la densidad de juveniles y brinzales en conjunto (Y), se eligió un modelo similar con las mismas tres variables predictoras independientes, excepto riqueza de especies, que explicaron 32% de la varianza: $Y = -294.1 + 1.9 X_1 + 1,619.9 X_2 - 1,344.9 X_3 + \varepsilon$ ($F_{3,32} = 6.4$, $P < 0.01$), donde X_1 = altitud ($t = 2.211$, $P = 0.034$), X_2 = área basal extraída de *A. araucana* ($t = 2.22$, $P = 0.034$) y X_3 = área basal extraída de otras especies ($t = -2.71$, $P = 0.011$).

Debido a la dificultad de observar en los árboles de mayor altura su estructura reproductiva, sólo a una pequeña fracción de los individuos de araucaria fue posible identificarles su sexo. A partir de esta información se estimó la proporción de hembras y machos. De las tres áreas de estudio, VLA es la única que presentó una menor cantidad de hembras (30%) en relación a los machos (70%). El área Oeste presentó una situación contraria, al representar los árboles hembras (77%) el triple de los machos (23%). Una situación diferente a las descritas comprende el área Este, al registrarse una proporción prácticamente igual entre individuos hembras y machos.

Disturbios y estructura

Las variables que presentaron diferencias entre las tres áreas de estudio fueron número de árboles de araucaria con heridas de fuego (prueba de Kruskal-Wallis, $\chi^2 = 10.84$, g.l. = 2, $P < 0.01$), área basal extraída de otras especies ($P < 0.05$) y riqueza de especies arbóreas (prueba de Kruskal-Wallis, $\chi^2 = 8.00$, g.l. = 2, $P < 0.05$). Respecto a la primera variable, VLA presentó valores más altos en relación a las otras áreas de estudio, mientras que en las restantes VLA presentó menores

registros en relación al área Oeste. En VLA se encontró una asociación negativa entre el número de bostas con la densidad de juveniles provenientes de semilla ($r = -0.572, P < 0.05$). El número de árboles con heridas de fuego se asoció de manera negativa con la regeneración total de araucaria ($r = -0.783, P < 0.01$). El área basal extraída de araucaria se relacionó con la densidad de brinzales provenientes de raíz ($r = 0.852, P < 0.001$), mientras que el área basal extraída de otras especies se asoció inversamente con la regeneración total de araucaria ($r = -0.548, P < 0.05$). En el área Oeste el número de bostas se asoció de manera inversa con la regeneración total de araucaria ($r = -0.586, P < 0.05$). El área basal extraída de otras especies se encontró asociada de manera negativa con la regeneración total de araucaria ($r = -0.644, P < 0.05$), con la densidad de brinzales originados de raíz ($r = -0.736, P < 0.05$) y con la densidad total de juveniles ($r = -0.632, P < 0.05$). En el área Este el número de bostas se asoció negativamente con la regeneración total de esta especie ($r = -0.452, P < 0.05$) y con el área basal total ($r = -0.488, P < 0.05$). El número de árboles con heridas de fuego se asoció de manera positiva con la densidad total de brinzales ($r = 0.595, P < 0.01$), con la densidad de brinzales originados de semilla ($r = 0.634, P < 0.01$), con la densidad de juveniles provenientes de semilla ($r = 0.601, P < 0.01$) y con la regeneración total de araucaria ($r = -0.585, P < 0.01$). El número de árboles con heridas de fuego se relacionó de igual modo con el área basal de araucaria ($r = 0.739, P < 0.001$) y de manera negativa con el área basal extraída de otras especies ($r = -0.757, P < 0.001$). El análisis de los datos conjuntados para las tres áreas de estudio permitió detectar una relación negativa entre el número de árboles con heridas de fuego y el área basal extraída de otras especies ($r = -0.508, P < 0.001$) y una asociación directa con densidad de brinzales originados de raíz ($r = 0.652, P < 0.001$), mientras que el área basal extraída de araucaria se relacionó con regeneración total de esta conífera ($r = 0.450, P < 0.01$). La densidad de araucaria se asoció negativamente

con área basal extraída de otras especies ($r = -0.468$, $P < 0.01$) y directamente con la densidad total de árboles ($r = 0.439$, $P < 0.01$). El área basal extraída de otras especies se encontró inversamente asociada con regeneración total de araucaria ($r = -0.320$, $P < 0.05$) y con la densidad de brinzales originados de raíz ($r = -0.472$, $P < 0.01$).

DISCUSIÓN

VLA

En esta área se encuentra el límite sur de distribución de araucaria en la Cordillera de la Costa, con bosques que actualmente no superan 150 ha de extensión, la mayor parte de los cuales pertenecen a empresas forestales. Los bosques de araucaria comprenden diversos fragmentos de superficie inferior a 6 ha, insertos en una matriz de plantaciones de *P. radiata*, que no fueron identificados por el Catastro de Vegetación realizado en Chile hace una década (CONAF et al., 1997). Esta población tiene profundas implicaciones para la conservación de la especie, por cuanto presenta una mayor diferenciación genética respecto al resto de la distribución de la especie tanto en Chile como en Argentina (Bekessy, 2002, 2004). En algunas parcelas se registró la presencia de árboles de la conífera exótica *Pseudotsuga menziesii*, establecidos a través de la diseminación de semillas de plantaciones cercanas, lo que representa otra evidencia de las altas alteraciones no sólo de los fragmentos de araucaria, sino también de su entorno natural. La menor área basal, riqueza de especies arbóreas y densidad de árboles y de juveniles registrada en VLA en comparación a las otras áreas de estudio tienen relación con las limitantes condiciones de sitio en que se desarrollan los bosques, con suelos delgados, de textura areno-arcillosa y de alta densidad (Cortés, 2003). La ganadería extensiva de pequeña escala desarrollada por

pobladores locales representa una importante presión para los bosques, dadas las condiciones restrictivas de suelo y clima en las que éstos se desarrollan. El ganado utiliza estos bosques nativos como fuente de forraje y refugio de manera muchas veces irregular, lo que representa una influencia negativa en la regeneración de araucaria. El aumento en el número de senderos está asociado a una menor área basal total, por cuanto es común que junto con la explotación de los bosques se desarrolle una actividad ganadera paralela o posterior a ésta. La extracción de especies con las que se asocia araucaria y los incendios generan una disminución en la regeneración total de esta conífera, lo que ocasiona los menores registros de regeneración entre las tres áreas de estudio, no obstante que ambos tipos de disturbio pueden estimular el desarrollo de una regeneración casi en su totalidad originada a partir de rebrotes. Esta área presenta los mayores registros de árboles con heridas de fuego. El impacto que representa la corta de especies acompañantes de esta conífera en su regeneración puede originarse por causas similares a las generadas por la ganadería, como la compactación de suelo. Sin embargo, el transporte de los árboles talados se realiza con tracción animal, pudiendo ser estos impactos mayores si se utilizara maquinaria. Otra causa posible tiene relación con los daños producidos por el volteo de los árboles. A través de tarugos de incremento, Cortés (2003) determinó que hasta un 50% de los individuos de araucaria han sido afectados por incendios, concentrándose en las clases de diámetros superiores los árboles con heridas de fuego. El alto número de árboles con heridas superficiales registrados por este estudio evidencia el régimen de incendios a los que estos bosques han estado expuestos tanto en el pasado como en el presente. Coincidiendo con lo sugerido por Cortés (2003), al parecer las mayores alteraciones existentes en estos bosques han derivado en un mayor origen asexual de la regeneración de araucaria.

OESTE

En esta área no existen comunidades campesinas ni localidades rurales y la mayor parte del territorio es propiedad de empresas forestales. En este sector, entre los años cincuenta y sesenta, tuvo lugar la mayor explotación maderera de araucaria en la cordillera de Nahuelbuta, época en que no era una especie protegida. Los bosques son multiestratificados y más diversos en comparación con VLA, con árboles en general de mayores diámetros y altura. Aunque el suelo no fue evaluado, la mayor complejidad estructural y riqueza de especies en esta área se deben probablemente a sus mejores características físicas, mayor profundidad y mayor contenido de materia orgánica en comparación con VLA (C. Zamorano, observ. pers.). El área Oeste presenta los mayores registros de extracción de araucaria, y altos valores de explotación de especies asociadas a esta conífera, lo cual representa una influencia negativa en la regeneración de araucaria. Los propietarios vecinos utilizan los bosques de empresas forestales como refugio y fuente de forraje para el ganado, el cual generalmente accede igualmente al Parque Nacional Nahuelbuta, lo que representa una de las principales amenazas para la conservación de esta área protegida. La presencia de árboles de las especies exóticas *Eucalyptus* spp y *P. menziesii* en una de las áreas más alteradas entre las incluidas en este estudio representa un hecho particularmente grave, por cuanto no se conocen los impactos que puede generar en la dinámica de araucaria la coexistencia con estas especies exóticas, en especial con *Eucalyptus* spp. Estas especies generan un efecto alelopático que inhibe el establecimiento de plántulas de especies nativas (Adlard, 1987).

ESTE

Al igual que los fragmentos de araucaria del área VLA, la mayor parte de los bosques remanentes de esta especie en el área Este no fueron identificados por el Catastro de Vegetación, al comprender superficies inferiores a 6 ha. Es la única área de estudio con presencia de comunidades campesinas en cuyas propiedades existen bosques de araucaria. Estas comunidades, desde mediados del siglo pasado y a través de la tala y quema, habilitaron extensas áreas para el uso agrícola primero, y para la actividad ganadera después. La mayoría de los propietarios incluidos en esta investigación poseen algunas cabezas de ganado vacuno y utilizan los bosques de sus predios como refugio y forraje para sus animales, en especial en la temporada de invierno. Los bosques en este sitio son en general multiestratificados, más diversos y de estructura diamétrica más compleja que las otras áreas de estudio. Se caracterizan por la presencia de especies de *Nothofagus* en diversos estratos, lo que evidencia la mayor apertura del dosel, dada la intolerancia a la sombra de estas especies. Esta mayor luminosidad está dada por el régimen de disturbio al que han estado expuestos estos bosques, con una alta extracción de especies acompañantes de araucaria que se asocia a una menor área basal de esta especie. Ello tiene relación con la producción de carbón, en especial de *N. obliqua*, actividad que representa el principal ingreso económico de los campesinos. En esta área de estudio se registraron los menores valores de extracción de araucaria. Al igual que en el área OESTE, los mayores valores de regeneración de araucaria se encuentran en los bosques de mayor densidad arbórea. El área ESTE presenta una baja regeneración y la menor densidad de individuos de araucaria, muy por debajo de los registros de VLA y OESTE. Esto puede deberse a diversos factores. La ganadería tiene un impacto negativo sobre la regeneración, aunque esta actividad se asocia con un menor número de árboles con heridas de fuego y de extracción de araucaria. Ello puede tener su origen

en el mayor control ejercido por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) en la utilización del fuego previo al desarrollo de cultivos agrícolas, así como en la prohibición de corta de araucaria. Este control es más estricto en comparación a las otras áreas de estudio, en las que en general los propietarios no utilizan directamente los bosques nativos como actividad productiva.

Diversidad, estructura y dinámica de bosques

La mayor parte de las parcelas muestreadas comprenden bosques multiestratificados, con araucaria y *N. dombeyi* en los estratos superiores, con un dosel inferior que varía en especies y número de estratos. Las áreas OESTE y ESTE presentan una mayor diversidad de especies, con bosques de mayor complejidad estructural y de mayores diámetros, alturas y área basal que aquellos de VLA. En estas áreas de estudio la mayor parte de la regeneración de araucaria se origina a partir de semillas, probablemente por la mayor densidad de árboles hembras, según se observó en terreno. En las áreas de estudio la ocurrencia regular de incendios facilitaría la persistencia de araucaria, dada su notable resistencia al fuego por su gruesa corteza, pequeña copa y capacidad de reproducirse vegetativamente por brotes de raíz (Veblen, 1982; Burns, 1991; Donoso, 1993). Tales características le permiten sobrevivir a incendios de baja intensidad, a diferencia de las especies con las que coexiste, si bien estos eventos pueden acabar con la mayor parte de la regeneración ya establecida de esta conífera (Donoso, 1993; Veblen et al., 1995). Algunos autores señalan la necesidad de periódicos disturbios para asegurar la permanencia de araucaria (Veblen, 1982; Burns, 1991; Cortés, 2003). En general, es posible afirmar que tanto las explotaciones de las especies que crecen junto a araucaria en Nahuelbuta como la actividad ganadera generan en conjunto grandes impactos en la regeneración de araucaria. Ambos tipos de disturbio son comunes en los bosques de la cordillera de Nahuelbuta.

El impacto de la actividad ganadera tiene relación probablemente con la compactación del suelo y el pisoteo, ya que araucaria no es una especie palatable, como si ocurre con *N. dombeyi*, para la que Cortés (2003) reporta daños por esta causa entre 50 y 80% del total de plántulas y juveniles en Villa Las Araucarias. Es considerable el impacto de la explotación de otras especies sobre las poblaciones de juveniles y brinzales de araucaria. Aunque la legislación vigente prohíbe la extracción de araucaria, se continúa la extracción para la producción de leña y carbón de las especies con las que ésta coexiste, en especial del género *Nothofagus*. De esta manera, la explotación de estos árboles comprende diversas actividades que parecen impactar negativamente en la densidad de juveniles y brinzales de araucaria, como el madereo, el que comprende el maltrato de los árboles remanentes, la compactación del suelo y la destrucción de éstos.

Disturbio y régimen de propiedad

En general, los bosques de araucaria en pequeñas propiedades presentan niveles de disturbio por actividad ganadera similares a los de las grandes propiedades de empresas forestales. Los campesinos realizan un mayor control de acceso en sus predios, mientras que en las extensas propiedades de empresas forestales, de cientos e incluso miles de hectáreas, este control se hace imposible. En este sentido, Weber y Revèret (1993) señalan que los recursos naturales que no cuentan con un control de acceso eficiente sufren una extensiva e intensiva explotación, ya que, lo que no es extraído por uno lo es por el otro, derivando en una rápida sobreexplotación. De este modo, los bosques de los predios de empresas son utilizados por terceros, quienes desarrollan una ganadería extensiva sin ningún tipo de regulación, que se extiende por gran parte de los bosques, exceptuando aquellas áreas en las que, debido a la alta pendiente o al denso sotobosque

se impide el acceso de los animales domésticos. Esto es de gran relevancia, ya que en la Cordillera de la Costa el patrimonio de empresas forestales comprende la mayor parte de los bosques nativos aún existentes, que incluyen la mayoría de los bosques de araucaria de esta cordillera. Con base en este patrimonio, hoy en día las empresas forestales desarrollan políticas de conservación de la flora nativa. Esto es viable por no representar en la actualidad el bosque nativo un atractivo productivo, ya que las empresas concentran sus objetivos comerciales en la producción industrial de madera de especies forestales exóticas como *P. radiata* y *Eucalyptus* spp. Una realidad diferente es la que viven las familias campesinas, las cuales requieren de los recursos naturales para subsistir. En estas comunidades las propiedades no superan en promedio 35 ha, superficie en general insuficiente para asegurar la subsistencia familiar, consecuencia de la grave erosión de los suelos, la escasez de agua y la falta de bosques (DAS, 2001). En estas comunidades, el carbón representa la principal actividad económica y es uno de los elementos centrales de degradación de los remanentes de bosques, por cuanto éstos no pueden sustentar el ritmo de extracción que se les exige para la sobrevivencia familiar (DAS, 2001). La condición de pobreza no se ha mitigado a pesar de los diversos programas de apoyo y proyectos productivos generados por el Estado y ONG's, que en general se concentran en fomentar las actividades agropecuarias y el establecimiento de plantaciones con especies exóticas como *Castanea sativa* (castaño), *P. radiata* y *Eucalyptus* spp., según testimonios locales y observaciones directas. Algunos de estos proyectos han permitido la producción de forraje, lo que podría disminuir la presión del ganado sobre el bosque y ser una fuente de ingresos a través de la venta del excedente producido. Sin embargo, estas experiencias son aún muy recientes para evaluar el efecto de una posible menor presión en los bosques. En este contexto, los pequeños propietarios desarrollan estrategias productivas que combinan los ingresos intra y extraprediales, en la que los

subsidios del Estado adquieren paulatinamente una mayor importancia. En la actualidad, estos subsidios representan la segunda fuente de ingresos de estas comunidades campesinas, lo que comprende una riesgosa relación de dependencia hacia el Estado (DAS, 2001).

CONCLUSIONES

Los principales factores de disturbio que afectan los bosques de araucaria corresponden a la extracción de especies asociadas a esta conífera y a la ganadería, que impactan negativamente los procesos de regeneración de la especie. La gran extensión de las propiedades de empresas forestales dificulta el control de la ganadería desarrollada de manera irregular por otros productores, la que es similar a la registrada en pequeñas propiedades. Las pequeñas propiedades presentaron los mayores niveles de disturbio por extracción de especies acompañantes de araucaria, en especial del género *Nothofagus* principalmente para la producción de carbón, actividad que representa el principal ingreso de este tipo de productores. Esto es de gran relevancia para la conservación de araucaria, por cuanto el análisis del total de las parcelas establecidas demostró el impacto negativo que tiene esta práctica en la densidad de juveniles y brinzales de esta especie. Como en el caso de las áreas VLA y Este, es muy probable que algunos fragmentos de araucaria no hayan sido identificados por el Catastro en la Cordillera de la Costa. Es necesaria su identificación y cuantificación para el diseño y planificación de cualquier política de conservación que pretenda proteger y recuperar los bosques de esta especie. Prohibir la explotación de araucaria no necesariamente asegura su conservación. Es probablemente más efectivo proteger el conjunto de unidades del paisaje que se generan, por cuanto las alteraciones que impacten en éste derivarán en la especie que se pretende proteger. El marco legal nacional e

internacional existente que reconoce la importancia ecológica, cultural y económica de araucaria, y el potencial de manejo de las especies de *Nothofagus* con las que crece asociada, permitiría conciliar los diferentes intereses y necesidades de los actores vinculados a estos bosques para la conservación de esta especie.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo es parte de la tesis desarrollada por el autor principal en el programa de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. Se agradece el financiamiento otorgado por el Royal Botanic Garden Edinburgh *Catherine Olver Scholarship*, WWF *Prince Bernhard Scholarship for Nature Conservation* (contrato 9Z0533.01), la Red Latinoamericana de Botánica (contrato RLB07-ATP02) y el proyecto FOREST (Conservation and Restoration of Native Forests in Latin America) del Programa ALFA de la Comisión de Comunidades Europeas, a través de la Universidad de Alcalá (España) a MGE. Se agradece la ayuda y aporte de Marco Cortés, Bruce G. Ferguson, Hugo Perales, Martin Gardner, Juan Escalona, Don Domingo Cifuentes, Eduardo Neira, Neptalí Ramírez-Marcial y personal del Departamento de Acción Social del Obispado de Temuco, área Angol (DAS).

LITERATURA CITADA

- ADLARD P (1987) Review of the ecological effects of Eucalyptus. Oxford Forestry Institute. Department of Plant Sciences, University of Oxford. 59 pp
- ARMESTO J, C SMITH-RAMÍREZ, P LEÓN & M ARROYO (1992) Biodiversidad y conservación del bosque templado en Chile. *Ambiente y Desarrollo* 8:19-25
- ARMESTO J, JC ARAVENA, C VILLAGRÁN, C PÉREZ & G PARKER (1995) Bosques Templados de la Cordillera de la Costa. En: ARMESTO J, C VILLAGRÁN, MK ARROYO, (eds). *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*: 199-213. Editorial Universitaria, Santiago de Chile.
- BEKESSY S, TR ALLNUTT, A PREMOLI, A LARA, R ENNOS, M BURGMAN, M CORTÉS & A NEWTON (2002) Genetic Variation in the Vulnerable and Endemic Monkey Puzzle tree, detected using RAPDs. *Heredity* 88: 243-249.
- BEKESSY S, A LARA, M GONZÁLEZ, M CORTÉS, L GALLO, A PREMOLI & A NEWTON (2004) Variación en *Araucaria araucana* (Mol.) Koch. (Araucaria o Pehuén). En: DONOSO C, A PREMOLI, L GALLO, IPINZA R (eds). *Variación Intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina*: 215-231. Editorial Universitaria, Santiago de Chile.
- BENOIT I (1989) Libro rojo de la flora terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal (CONAF), Santiago de Chile. 151 pp
- BURNS BR(1991) The Regeneration Dynamics of *Araucaria araucana*. PhD Thesis, University of Colorado, Boulder, USA. 211 pp

- BRYANT D, D NIELSEN, L TANGLEY, N SIZER, M MIRANDA, P BROWN, NC
JOHNSON, A MALK & KR MILLER (1997) The last frontier forests. Ecosystems & economies on the edge: What is the status of the world's remaining large, natural forest ecosystems? World Resources Institute (WRI), Forest Frontier Initiative, Washington, DC. 42 pp
- CAMUS P (2006) Ambiente, bosques y gestión forestal en Chile. 1541-2005. Lom ediciones, Santiago de Chile. 374 pp
- CONAF, CONAMA, BIRF, UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE & UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO (1999) Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Nacional con Variables Ambientales. Santiago de Chile. 88 pp
- CORTÉS M (2003) Dinámica y Conservación de *Araucaria araucana* (Mol.) Koch. en la Cordillera de Costa de Chile. Tesis de Magíster en Ciencias, Mención Recursos Forestales. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 137 pp
- DAVIS SA, VH HEYWOOD, O HERRERA-MACBRYDE, J VILLA-LOBOS & AC HAMILTON (1997) Centres of Plant Diversity. A guide and strategy for their conservation, Vol. 1, Oxford. 562 pp
- DELMASTRO R & C DONOSO (1980) Análise da distribuição variação e utilização de recursos genéticos da *Araucaria araucana* (Mol.) Koch. no Chile. IUFRO Symposium on breeding and yield of fast growing trees, Aguas de Sao Pedro, Sao Paulo. Silvicultura Brazil 8, 30: 252-254.
- DINERSTEIN E, DM OLSON, DJ GRAHAM, AL WEBSTER, A PRIMM, MP SBOOKBINDER & G LEDEC (1995) A Conservation Assessment of the Terrestrial

Ecoregions of Latin America and the Caribbean. WWF & The World Bank, Washington, District of Columbia, USA. 129 pp

DONOSO C, V GERDING, B OLIVARES, P REAL, V SANDOVAL, R SCHLATTER & F SCHLEGUEL (1984) Antecedentes para el manejo del bosque nativo de Forestal Arauco (sector Cordillera de Nahuelbuta). Proyecto Forestal Arauco – U. Austral de Chile, Informe de Convenio N°74. 183 pp

DONOSO C (1993) Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 484 pp

ECHEVERRÍA C, D COOMES, J SALAS, JM REY-BENAYAS, A LARA, & A NEWTON (2006) Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forests. *Biological Conservation* 130: 481-494.

HECHENLEITNER-VEGA P, MP GARDNER, PI THOMAS, C ECHEVERRÍA, B ESCOBAR, P BROWNLESS & C MARTÍNEZ (2005) Plantas Amenazadas del Centro-Sur de Chile. Distribución, Conservación y Propagación. Primera Edición, Universidad Austral de Chile y Real Jardín Botánico de Edimburgo. Concepción, Chile. 188 pp

MONTALDO P (1951) Condiciones Ecológicas y Dasonómicas de la especie *Araucaria araucana* (Mol.) Koch. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad de Chile, Santiago de Chile. 135 pp

MONTALDO P (1974) La Bioecología de *Araucaria araucana* (Mol.) Koch. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y capacitación. Boletín Técnico N° 46, Mérida, Venezuela. 30 pp

MYERS N, RA MITTERMELER, CG MITTERMELER, GAB DA FONSECA & J KENT (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

- OTERO L (2006) La huella del fuego. Historia de los bosques nativos, doblamiento y cambios en el paisaje del Sur de Chile. Pehuen Editorial, Santiago de Chile. 171 pp
- RODRÍGUEZ R, O MATTHEI & M QUEZADA (1983) Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 408 pp
- ROSENBLITT J & R NAZER (2005) Entre el mar y Nahuelbuta: Historia del Asentamiento humano en Arauco. <http://www.archivochile.com/entrada.html>
- STATTERSFIELD A, M CROSBY, A LONG & D WEGE (1998) Endemic bird areas of the world: priorities for biodiversity conservation. Birdlife International. Birdlife Conservation Series N° 7. Cambridge, U.K. 816 pp
- VEBLEN T (1982) Regeneration patterns in Araucaria araucana forest in Chile. Journal of Biogeography 9: 11-28.
- VEBLEN T, B BURNS, T KITSBERGER, A LARA & R VILLALBA (1995) The Ecology of the conifers Southern South America. Chapter 6. En: Right N. J. y R. Hill (eds). Ecology Of The Southern Conifers: 120-155. Melbourne University Press, Melbourne.
- VERNIORY G 2005. Diez años en Araucanía, 1889 – 1899. 4ta edición, Pehuén editores, Santiago de Chile. 492 pp
- VILLAGRÁN C & C LE-QUESNE (1996) El Interés Biogeográfico-Histórico de Chile Central-Sur: ¿Porqué Debemos Conservar su Biota? En: MUÑOZ M, H NÚÑEZ, & J YÁNEZ (eds). Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile: 160-172. Ministerio de Agricultura, CONAF, Santiago de Chile.
- WEBER J & JP REVÈRET (1993) Biens communs: les leurres de la privatisation. En: Le Monde Diplomatique collection Savoirs, N°2: 71-73. Le Monde Diplomatique. Paris. France.

ZAMORANO C, M CORTÉS, C ECHEVERRÍA, P HECHENLEITNER & A LARA (2008)

Experiencias de restauración con especies forestales amenazadas en Chile. En: González-Espinosa M, J Rey-Benayas & N Ramírez-Marcial (eds) Restauración de bosques en América Latina: 17-37. Editorial Mundi-Prensa México, México, D. F.

ZAR J (1974) Biostatistical Analysis. Prentice-Hall biological sciences series. USA. 620 pp

LEYENDAS DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de *Araucaria araucana* en Chile y Argentina (área gris) y localización de las tres áreas de estudio (círculos). Fuentes: CONAF et al. (1999) y Lara et al. (1999).

Figura 2. Bosques de *Araucaria araucana* en la cordillera de Nahuelbuta, régimen de propiedad y áreas de estudio. Propiedades > 1,000 ha; 200 - 1,000 ha y <200 ha.

○ Parque Nacional Nahuelbuta. ✪ Áreas de estudio. ▨ Bosques de araucaria. (a) VLA, (b) Oeste y Este.

Figura 3. Densidad promedio (± 1 error estándar) de juveniles y brinzales de araucaria según área de estudio. Se utilizaron escalas distintas para facilitar la comprensión de las gráficas.

Figura 4. Regeneración (± 1 error estándar) según origen y área de estudio. (a) Juveniles, (b) Brinzales.

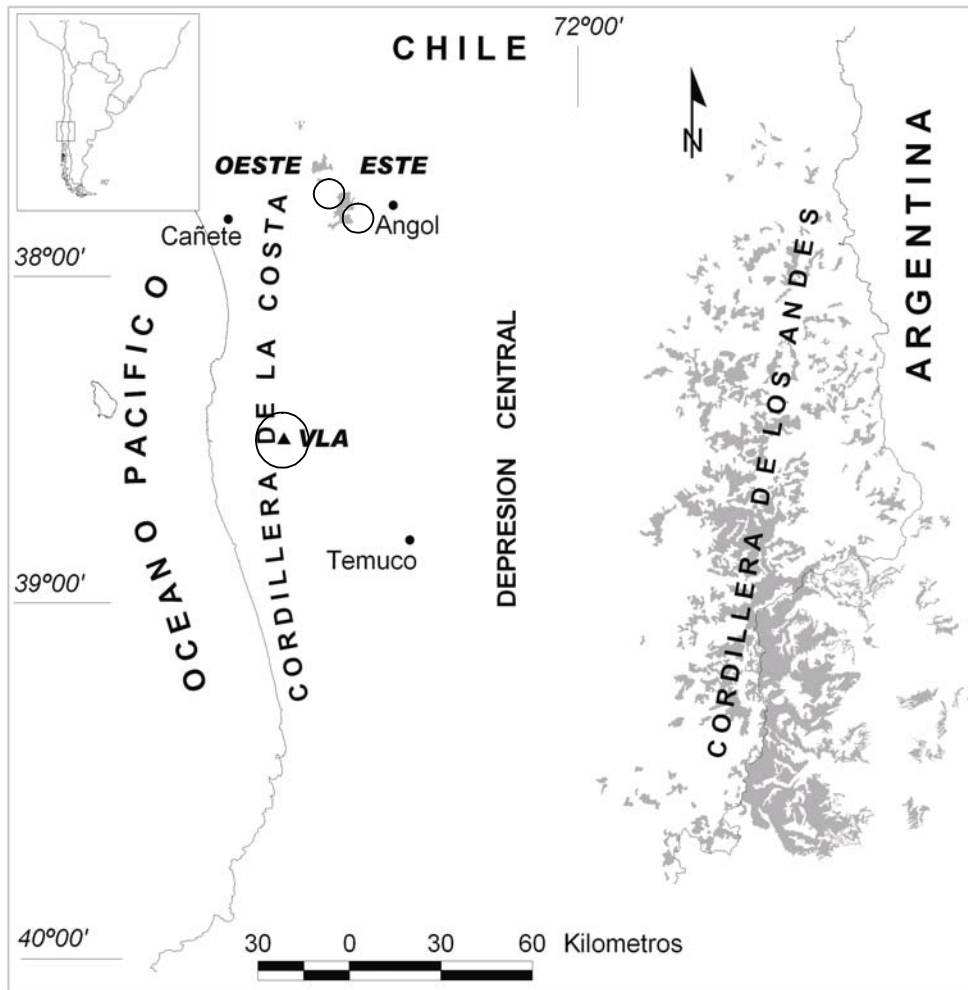


Fig. 1.

a)

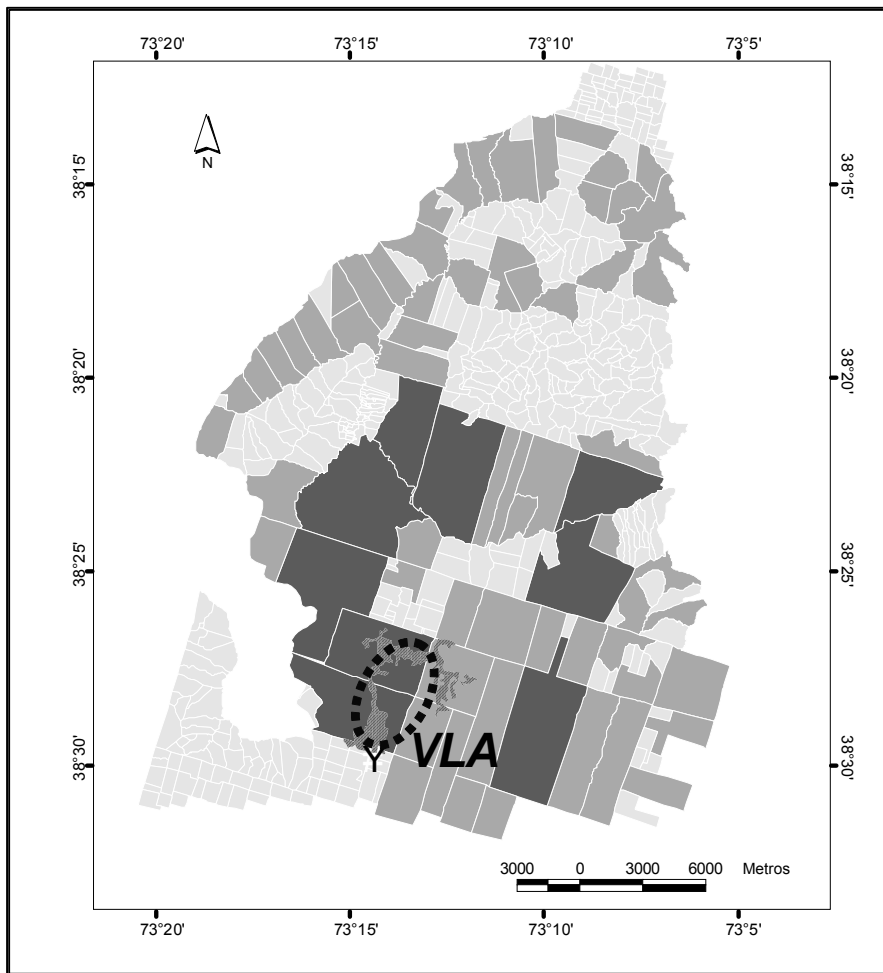


Fig. 2.

b)

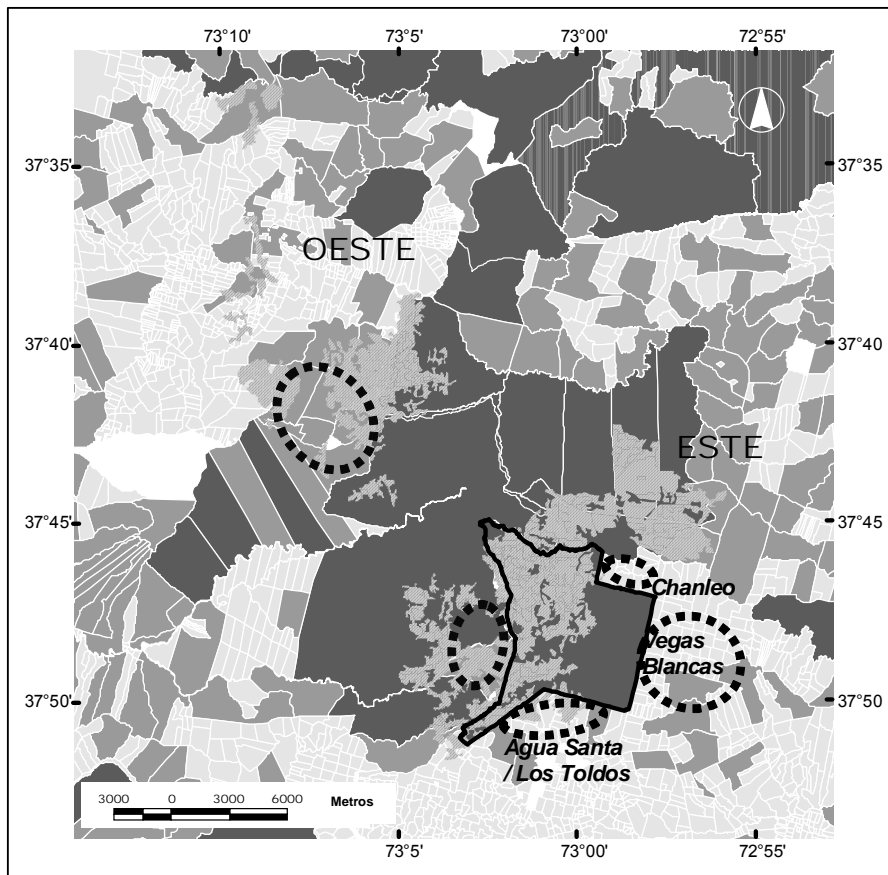


Fig. 2. Continuación.

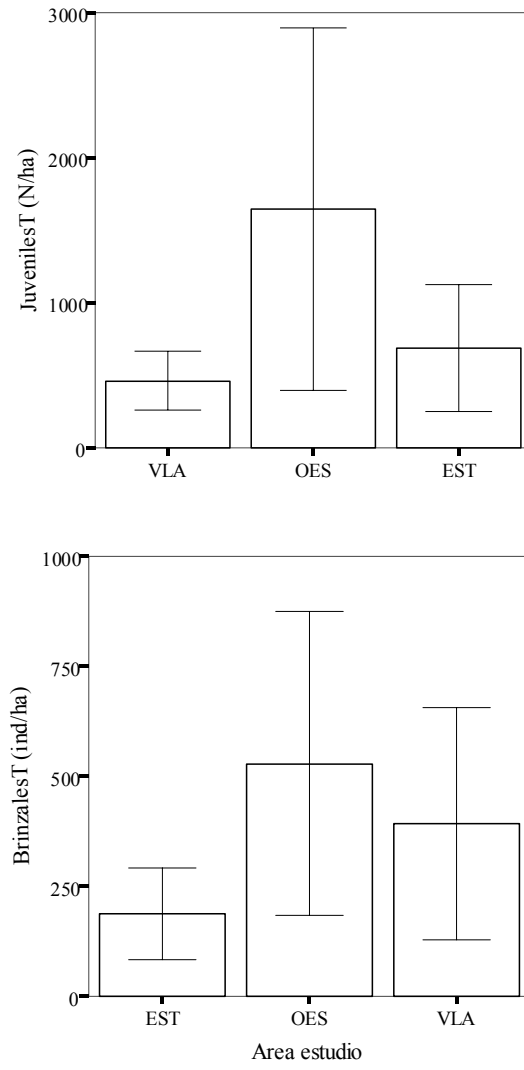


Fig. 3.

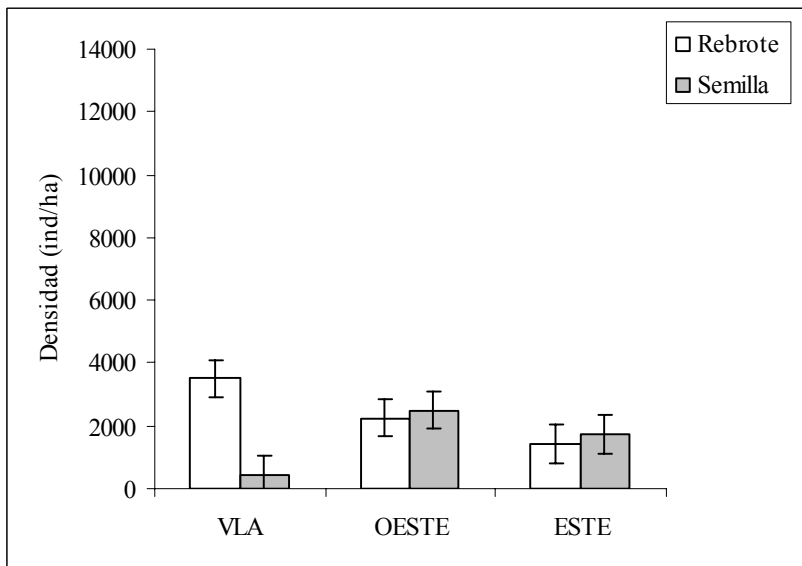
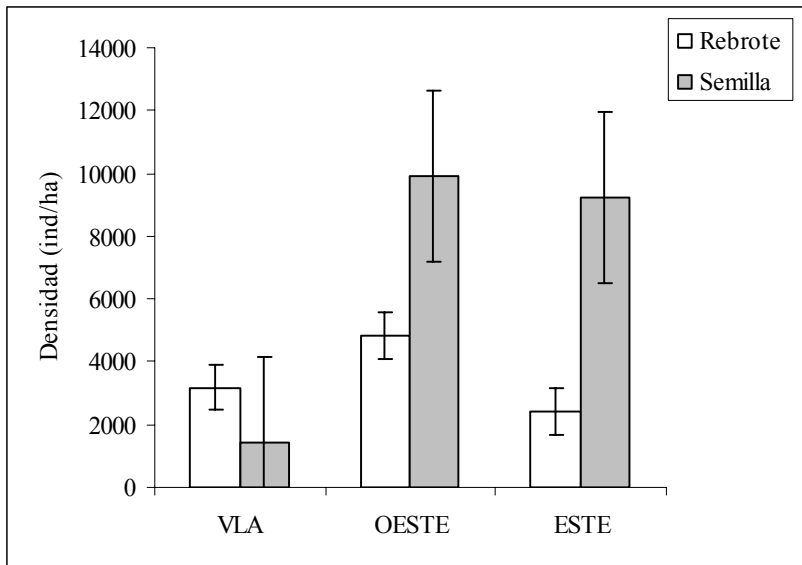


Fig.4.