
PRODUCCIÓN, PERMANENCIA Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch EN BOSQUES NATURALES, APROVECHADOS POR COMUNIDADES INDÍGENAS DEL SUR DE CHILE

Sergio R. Donoso, Karen Peña-Rojas, Claudia Espinoza, Evelyn Galdames
y Cristian Pacheco

RESUMEN

Los bosques de *Araucaria araucana* en Chile hoy son destinados principalmente a usos no madereros. En los bosques se colecta desde tiempos ancestrales las semillas (piñones), que además son consumidas por el ganado doméstico. Para evaluar el aprovechamiento de los piñones que tiene lugar en tres localidades de la comuna de Lonquimay, se establecieron 90 subparcelas de monitoreo permanente con el fin de estimar los montos de piñones disponibles, la permanencia de éstos y el

reclutamiento de regeneración de *A. araucana*. En las localidades con mayor número de familias y cabezas de ganado por hectárea, la cantidad de semillas que permanece en el bosque es significativamente menor. Esta situación se repite al analizar la regeneración natural de *araucaria*. Para asegurar la sostenibilidad de estos bosques es necesario regular el consumo de piñones por el ganado y la tasa de recolección.

Introducción

Los bosques dominados por *araucaria* (*Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch) se distinguen muy bien de otros bosques en Sudamérica, aunque son similares a los dominados por otras especies del mismo género en Australia e islas de Oceanía, en el sur de Brasil y noreste de Argentina (Donoso, 1993).

Araucaria araucana se encuentra sólo en el extremo sur de Sudamérica, a ambos lados de la cordillera de los Andes. En Chile, la superficie de bosques con presencia de *araucaria* se estima en 254.000ha, y en Argentina en 180.000ha (Lara *et al.*, 1999). Los bosques de *araucaria* se desarrollan preferentemente en la cordillera de Los Andes entre 900 y 1700msnm (Rodríguez *et al.*, 1983), creciendo en distintos climas, que se caracterizan por una precipitación

anual de 800 a 4000mm, con una temperatura media invernal <0°C (Donoso, 1993). Estos bosques se desarrollan sobre suelos poco evolucionados que derivan de materiales de cenizas, gravas, arenas de escorias y pómez volcánicas (Peralta, 1980).

La *araucaria* es un árbol que en estado adulto puede alcanzar alturas >40m y diámetros de fuste de 2,5m (Donoso, 1993; González *et al.*, 2006). Es una especie de lento desarrollo y larga vida, alcanzando ~1000 años (Rodríguez *et al.*, 1983). Es un árbol dioico y ocasionalmente monoico. Los conos masculinos son terminales, ovoides y erectos, y cuando se encuentran maduros persisten sólo unos pocos meses después de liberado el polen. Los femeninos también son terminales, pero son esféricos. Una vez fecundados tardan un año y medio en madurar y expulsar

las semillas (piñones). Pueden producir hasta 300 semillas por cono; el número estimado de semillas/kg es cercano a 260, y el peso promedio por piñón es de 3,8g (Muñoz, 1984; Serra, 1987; Caro, 1995; González *et al.*, 2006).

Según Caro (1995), el ciclo reproductivo dura casi dos años, desde la formación de los conos femeninos hasta la diseminación de las semillas. Esto explica la presencia en un mismo individuo de conos maduros de mayor tamaño y color castaño, e inmaduros de color verde. Respecto a la estrategia de dispersión de semillas, el principal vector es la gravedad (Caro, 1995). Según Muñoz (1984) y Caro (1995), debido a su tamaño y peso las semillas de *araucaria* se dispersan principalmente en un radio de 5-12m desde el fuste del árbol madre.

En Chile, estos bosques fueron explotados durante

muchos años para aprovechamiento maderero, cortándose los individuos más grandes y vigorosos, lo que llevó a estas formaciones a un estado de deterioro (Donoso, 1990). En la actualidad está prohibida su corta en Chile, y se encuentra clasificada en categoría de conservación 'vulnerable' (Benoit, 1989). El uso no maderero de esta especie tiene lugar desde tiempos ancestrales por las comunidades indígenas mapuche-pehuenches, que aprovechan su semilla, denominada piñón, para fines alimenticios (Aagesen, 1998; Caballero, 2003; Gallo, 2003; Donoso *et al.*, 2009). Los piñones constituyen un componente importante de la dieta familiar de las comunidades que viven en torno a los bosques de *araucaria*, debido a su alto contenidos de carbohidratos, sirviendo además como fuente de ingresos monetarios. Adicionalmente, el piñón de

PALABRAS CLAVE / *Araucaria araucana* / Comunidades Indígenas / Chile / PFMNs / Piñón / Regeneración /

Recibido: 01/04/2013. Modificado: 24/04/2014. Aceptado: 28/04/2014.

Sergio R. Donoso. Ingeniero Forestal, Universidad de Chile (UCh). Doctor Ingeniero de Montes, Universidad de Córdoba, España. Profesor, UCh, Chile. Dirección: Facultad de Ciencias Forestales y Conser-

vación de la Naturaleza, Universidad de Chile, PO Box 9206, Santiago, Chile. e-mail: sedonoso@uchile.cl

Karen Peña-Rojas. Ingeniera Forestal, UCh, Chile. Doctora en Fisiología de Plantas y Am-

bientes, Universidad de Barcelona, España. Profesora, UCh, Chile. e-mail: kpena@uchile.cl
Claudia Espinoza. Ingeniera Forestal, UCh, Chile. e-mail: cespinoza@ug.uchile.cl

Evelyn Galdames. Ingeniera Forestal, UCh, Chile. e-mail: evelingaldames@gmail.com

Cristian Pacheco. Ingeniero Forestal, UCh, Chile. e-mail: cpacheco.ingfor@gmail.com

PRODUCTION, PERMANENCE AND GERMINATION OF SEEDS OF *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch IN NATURAL FORESTS, USED BY INDIGENOUS COMMUNITIES IN SOUTHERN CHILE

Sergio R. Donoso, Karen Peña-Rojas, Claudia Espinoza, Evelyn Galdames and Cristian Pacheco

SUMMARY

Currently, forests of *Araucaria araucana* in Chile are primarily used for non-timber purposes. From ancient times, their seeds (piñones) have been collected by people and are also consumed by domestic livestock. To evaluate the use of piñones in three localities in the Lonquimay commune, 90 sub-permanent monitoring plots were established to estimate the available amounts of piñones, their permanence and the recruitment

of *A. araucana* regeneration. In localities with more families and livestock per hectare, the amount of seeds remaining in the forest is significantly lower. The same situation occurs when analyzing natural regeneration of *araucaria*. To ensure the sustainability of these forests, it is necessary to regulate the consumption of piñones by livestock, and its harvest rate.

PRODUÇÃO, PERMANÊNCIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch EM BOSQUES NATURAIS, APROVEITADOS POR COMUNIDADES INDÍGENAS DO SUL DO CHILE

Sergio R. Donoso, Karen Peña-Rojas, Claudia Espinoza, Evelyn Galdames e Cristian Pacheco

RESUMO

Os bosques de *Araucária araucana* no Chile hoje são destinados principalmente a usos não madeireiros. Nos bosques se recolhe desde tempos ancestrais as sementes (pinhões), que, além disso, são consumidas pelo gado doméstico. Para avaliar o aproveitamento dos pinhões que têm lugar em três localidades da comuna de Lonquimay, se estabeleceram 90 subplots de acompanhamento permanente com o fim de estimar as quantidades de pinhões disponíveis, a permanência de estes

e o recrutamento de regeneração de *A. araucana*. Nas localidades com maior número de famílias e cabeças de gado por hectare, a quantidade de sementes que permanece no bosque é significativamente menor. Esta situação se repete ao analisar a regeneração natural de *araucária*. Para assegurar a sustentabilidade de estes bosques é necessário regular o consumo de pinhões pelo gado e a taxa de recolhimento.

araucaria es consumido por el ganado doméstico (Aagesen 1998; Caballero, 2003; Donoso *et al.*, 2009). La venta del piñón por parte de las comunidades mapuche-pehuenches es el principal uso comercial de la especie (Tacón *et al.*, 2006). Además, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2001) prohíbe el comercio internacional de la *araucaria*, incluida su semilla, por lo que el mercado de este producto es de ámbito estrictamente nacional.

Neira (1995) señaló que una familia mapuche conformada por tres adultos puede cosechar un saco al día, de 65 a 85kg de piñones. En un año de buena producción, las familias pueden cosechar hasta 32 sacos, con un total de ~2500kg de piñones. De estos, ~65% se destina para la venta.

En Argentina se estimó que la Cotorra Austral (*Enicognathus ferrugineus*) consume entre 2 y 20% de la producción de piñones (Shepherd *et*

al., 2008); otros estudios determinaron que los roedores consumen 30-70% y el jabalí 10-30% (Shepherd y Ditgen, 2005; Sanguinetti y Kitzberger, 2010). Sanguinetti (2008a) y Sanguinetti y Kitzberger (2009) estimaron que luego de años de alta producción de conos, sobrevive más del 10% de las semillas, lo cual permite la generación de pulsos de regeneración. En Chile no se han encontrado referencias sobre la proporción de piñones recolectados respecto de la producción total, por lo que se desconoce qué parte de esta disponibilidad natural de semillas de *araucaria* podría ser extraída (Tacón *et al.*, 2006). En Argentina, Sanguinetti (2008b) estimó que el hombre cosecha entre 4 y 25% de la producción total de semillas en años de alta y baja productividad de conos, respectivamente. Así mismo, Zamorano *et al.* (2012) señalan que la regeneración de *araucaria* se ve afectada fuertemente por la acción del ganado, siendo que la densidad se reduce exponencialmente

en la medida que se incrementa la intensidad de uso ganadero y de recolección. En Argentina, Sanguinetti *et al.* (2001) encontraron diferencias significativas en la densidad de regeneración (entre 400 y 10000 plantas/ha) en sitios con distinta carga ganadera o en ausencia de ganado. En este sitio de estudio el ganado consume 25-75% de las semillas en el piso (Shepherd y Ditgen, 2005).

En este contexto, el presente estudio analiza la situación actual de los bosques de *araucaria*, a través de la evaluación de la permanencia de sus semillas en los bosques, y el diagnóstico del estado de su regeneración ya establecida en la comuna de Lonquimay.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en bosques de *araucaria* situados en la comuna de Lonquimay, Región de la Araucanía (71-72°O y 38-39°S). Se seleccionaron tres localidades: 1) Mallín del Treile, 2) Quinquén y 3) Cruzaco (Figura 1), cuyas

principales características, en cuanto a superficie de bosque de *araucaria* presente, número de habitantes y carga animal se presentan en la Tabla I.

El clima en la zona corresponde a templado cálido y se caracteriza por temperatura media mínima de -4,4°C y máxima de 19,5°C; la precipitación media anual es de 3829mm, principalmente en forma de nieve (Donoso, 1993). Los suelos son originados en su mayoría por depósitos volcánicos de distinta naturaleza y granulometría (Perralta, 1980). Las áreas de estudio fueron definidas en una investigación que se inició el año 2003 (Donoso *et al.*, 2009). Se identificaron bosques de *A. araucana* situados en diferentes pisos altitudinales, cubriendo una proporción importante de los bosques donde se colectan piñones. Los bosques estudiados presentan una estructura multiestratificada pie a pie (Schmidt *et al.*, 1980) y presentan un área basal media de 73m²·ha⁻¹, de la cual el 75% corresponde a *araucaria* y el resto a árboles

del género *Nothofagus*. El número promedio de araucarias por hectárea es de 462 y en promedio la altura de las araucarias dominantes es de 30m (Perry, 2008).

En cada localidad se instalaron parcelas permanentes, las que se distribuyeron entre los 1200 y 1600msnm. Para la evaluación se consideraron nueve parcelas permanentes de 1200m², tres en Mallín del Treile, tres en Quinquén y tres en Cruzaco. En cada parcela se identificaron los árboles masculinos y femeninos; a estos últimos

se le contaron los conos maduros durante los años 2009 y 2010. La cantidad de piñones por cono en promedio es de 120 (Muñoz, 1984; Caro, 1995; Donoso *et al.*, 2009). Esta cifra permitió estimar la cantidad de semillas potenciales que se pueden encontrar en el piso del bosque.

En cada parcela permanente se establecieron 10 subparcelas circulares de 7,07m², situadas a 10m desde el fuste del árbol madre con dirección al azar. Caro (1995) señala, a partir de la evaluación de árboles madre aislados, que el número de semillas a 10m es entre 0,4 y 1,2 semillas/m², por lo que se establecieron seis semillas en siete metros cuadrados. Además, se escogió la distancia de 10m para evitar incorporar un alto número de semillas y hacer evidente a los recolectores el propósito del estudio. En el punto seleccionado se instaló una estaca enterrada totalmen-

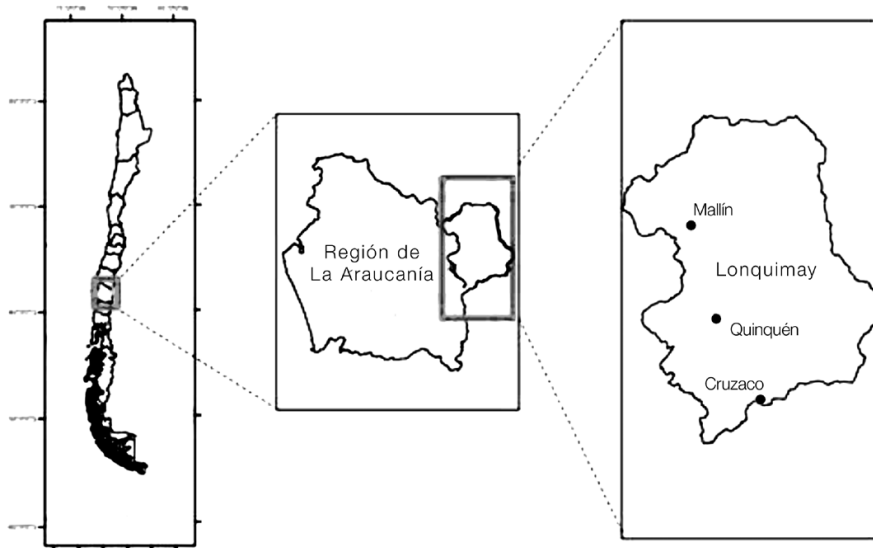


Figura 1. Ubicación de localidades estudiadas en la comuna de Lonquimay.

te, con la cual se estableció el centro de la parcela de radio 1,5m. Estas subparcelas no son detectables por los lugareños que recorren frecuentemente el bosque, en especial durante la época de colecta de piñones. En ellas se monitoreó la cantidad de piñones presentes en el suelo y se estimó el porcentaje de semillas que permanecieron por temporada en los años 2009 y 2010.

Permanencia de semillas en bosque

Al inicio del mes de marzo, época en que se inicia la caída de los piñones, se procedió a contar y marcar la totalidad de piñones presentes en cada subparcela. Si se encontraron menos de seis piñones, se procedió a agregar piñones, los que fueron recolectados entorno a las parcelas, hasta completar los seis. Este procedimiento se repitió aproximada-

mente cada 30 días, con la finalidad que cada subparcela de monitoreo contara con un número mínimo de piñones para realizar el seguimiento durante las visitas posteriores. En las evaluaciones realizadas durante los meses siguientes (abril y mayo), hasta antes de la caída de nieve, se procedió a contar el número de piñones marcados que permanecieron en el piso del bosque, así como los nuevos piñones que se incorporaron desde la última evaluación. Estos últimos se marcaron con diferentes símbolos según el mes de evaluación, para distinguir el momento de incorporación en la subparcela. Los valores de número de piñones presentes y consumidos (colectados, y consumidos por fauna doméstica y silvestre) fueron proyectados a hectárea por sector y comunidad a partir de las subparcelas. Se analizó el porcentaje de semillas que per-

manece de mediante ANCOVA utilizando como covariable la carga ganadera.

Métodos similares han sido empleados por diferentes autores: Sanguinetti y Kitzberger (2009) para realizar un seguimiento en el establecimiento de *A. araucana*; Grenha *et al.* (2010) con el fin de determinar la depredación de semillas de especies tropicales y subtropicales, registrando la cantidad inicial y final de la cama de semillas en torno a individuos previamente seleccionados de la palma *Allagoptera*

arenaria en Brasil; y Nisensohn *et al.* (1999), quienes estimaron la depredación de semillas por parte de insectos y roedores en plantaciones de soja en Argentina, sembrando 100 semillas sobre bandejas dispuestas aleatoriamente sobre parcelas seleccionadas, siendo retiradas cada 15 días y reponiendo la cantidad inicial de semillas.

Regeneración establecida en bosque

Una forma de evaluar la sustentabilidad del aprovechamiento del piñón es analizar el estado del bosque, en especial la regeneración natural presente (Gallo *et al.*, 2004; Shepherd y Ditgen, 2005; Sanguinetti y Kitzberger, 2009).

Para evaluar la densidad, sobrevivencia y desarrollo de la regeneración de araucaria se utilizaron las mismas 90 subparcelas. Dentro de cada una de ellas se marcó y clasificó según clase de altura la regeneración de *A. araucana* proveniente de semilla determinando la densidad relativa. No hubo presencia de plántulas provenientes de rebrote. Las clases de altura se establecieron cada 10cm, hasta una altura máxima de 50cm. El monitoreo de la presencia de semillas y regeneración se realizó durante los primeros

TABLA I
SUPERFICIE CON BOSQUES DE ARAUCARIA, NÚMERO DE HABITANTES Y CARGA ANIMAL SEGÚN LOCALIDAD*

Localidad	Superficie total (ha)	Superficie bosque de araucaria (ha)	Número de habitantes	Carga animal anual(*)
Cruzaco	1.655	1.189	418	0,83
Mallín del Treile	6.073	3.351	490	0,23
Quinquén	7.681	4.778	185	0,08

(*) Carga ganadera en unidades ganaderas bovinas por hectárea (Borrelli, 2001), calculado para la superficie total de la localidad y seis meses de acceso por efecto de la nieve. Tomado de Donoso *et al.* (2009).

TABLA II
PROMEDIO DE SEMILLAS POTENCIALES POR HECTÁREA
EN LOS AÑOS 2009 Y 2010 Y PORCENTAJE QUE PERMANECE
EN EL SUELO A FIN DE TEMPORADA

Localidad	Semillas potenciales/ha		Permanencia en suelo (%)	
	2009	2010	2009	2010
Cruzaco	75.233	105.672	5,1 a	5,0 a
Mallín del Treile	32.083	58.756	31,2 b	16,9 a
Quinquén	17.678	23.039	59,2 b	37,7 b

Letras diferentes indican diferencias significativas entre localidades.

TABLA III
PROMEDIO DE SEMILLAS PRESENTE EN EL SUELO DEL BOSQUE
DESDE INICIO DE TEMPORADA (MARZO) DE 2009 Y 2010, Y
PORCENTAJE DE PERMANENCIA A FIN DE TEMPORADA DE
RECOLECCIÓN DE PIÑONES

Localidad	Número de semillas/ha Inicio temporada		Permanencia (%) Fin temporada	
	2009	2010	2009	2010
Cruzaco	3.018	5.062	26 a	25 a
Mallín del Treile	4.323	5.910	32 a	15 a
Quinquén	20.560	13.110	41 b	42 b

Letras diferentes indican diferencias significativas entre localidades.

días de los meses de enero, marzo, abril y mayo de 2009 y de 2010.

El estudio estadístico de las diferentes variables medidas se realizó mediante un análisis de varianza (ANDEVA), con un nivel $\alpha = 0,05$. Se determinó la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la permanencia de semillas para cada año de evaluación (2009 y 2010), y las diferencias entre los tres sectores analizados, respecto al consumo de semillas.

Resultados y Discusión

Permanencia de semillas en el bosque

El número promedio de conos por árbol en los años 2009 y 2010, fue de 6,0 y 6,7 respectivamente. En 2009 se produjo, en promedio, 41.665 semillas/ha, y en 2010 un promedio de 62.489 semillas/ha. Esta diferencia no fue significativa, y ambos valores corresponden a niveles de producción promedio (51.835 semillas/ha) para las parcelas evaluadas du-

rante siete años, donde el máximo valor se obtuvo en 2007 (90.981 semillas/ha) y el menor valor en 2004 (12.689 semillas/ha; Donoso *et al.*, 2010). Las localidades de Cruzaco y Mallín del Treile son las que presentan el mayor monto de semillas potenciales, estimado de los conos presentes, pero también el menor porcentaje de semillas que permanecen en el piso del bosque al término del período de evaluación (Tabla II).

El bajo porcentaje de permanencia de semillas en Cruzaco y Mallín del Treile se explica por la elevada carga animal que presentan ambos sectores (0,83 y 0,23 animales/ha respectivamente), siendo superior a la determinada en Quinquén, con 0,08 animales/ha. Adicionalmente, Cruzaco y Mallín del Treile presentan la mayor densidad de personas

por hectárea de bosque de araucaria: 0,35 y 0,14 respectivamente, la que es considerablemente menor en Quinquén (0,04) (Tabla I).

La presión de recolección y la carga animal explicarían los resultados de permanencia de piñones. Un estudio realizado en los años 2003-2005 en la zona detectó que de las tres localidades estudiadas, Cruzaco y Mallín del Treile presentan los mayores valores de cosecha de piñones/ha: 29,7 y 7,1kg·ha⁻¹, mientras que en Quinquén fue sólo 3,1kg·ha⁻¹ (Donoso *et al.*, 2009). Esto se ve corroborado al analizar la cantidad de semillas

contadas en el suelo al inicio y al final de temporada (Tabla III), donde el porcentaje de semillas que permanecen en las localidades de Cruzaco y Mallín del Treile es significativamente menor ($P < 0,01$). Sanguinetti *et al.* (2001), indican que el piñón es un alimento con un alto contenido energético que supera ampliamente al forraje tradicional, lo que determina la tendencia del ganado a seleccionar este alimento, y que en los bosques de araucaria de la zona de Rucachoroi (Argentina) estaría consumiendo 40-60% de la producción total de piñones.

Al realizar un análisis de covarianza del porcentaje de semillas que permanecen y como covariable la carga ganadera, no se determinó diferencia significativa, ratificando la presión que el ganado

ejerce sobre las semillas (Tablas II y III).

Estudios llevados a cabo en Colombia (Guerrero-Rodríguez, 2010) sobre la permanencia de semillas de *Quercus humboldtii* apoyan la premisa de que aquellos lugares que presentan mayor grado de intervención presentan también un incremento en los niveles de depredación de semillas, como también se observó en los sectores estudiados. La localidad de Quinquén presentó la menor cantidad de semillas potencialmente disponibles durante los años evaluados, pero es aquella con mayor permanencia de éstas en comparación a Cruzaco y Mallín del Treile (Tablas II y III). Los resultados son consistentes con lo observado por Sanguinetti *et al.* (2001), quienes identificaron una relación inversa entre la carga animal y la permanencia de semillas en el bosque.

Regeneración establecida en el bosque

Entre las localidades de Cruzaco, Mallín del Treile y Quinquén no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de plantas de regeneración por hectárea, alcanzando un valor promedio de 2467 plantas/ha. Perry (2008), en las mismas parcelas, determinó mediante transectos un valor de 2135 plantas/ha.

Los resultados obtenidos (Tabla IV) son inferiores al determinado en la zona de Lonquimay por González (2001), quien evaluó, mediante parcelas sistemáticas, un bosque donde no se realizaba recolección de piñones y presenta una baja carga animal, estimando una densidad de regeneración de 5950 plantas/ha.

Al analizar los valores de incorporación y mortalidad de plantas entre el verano de 2009 y el otoño de 2010 no hay diferencias significativas, y sólo se observa un balance negativo en la localidad de Mallín del Treile.

TABLA IV
INCORPORACIÓN Y MORTALIDAD DE PLANTAS DE *A. araucana* ENTRE
VERANO DE 2009 Y OTOÑO DE 2010 SEGÚN LOCALIDAD

Localidad	Inicio 2009	Incorporación	Mortalidad	Fin de
				temporada 2010
N° plantas/ha				
Cruzaco	2.027	330	141	2.216
Mallín del Treile	2.829	236	283	2.782
Quinquén	2.546	802	141	3.207

La localidad que presenta mayor cantidad de plántulas incorporadas de un año a otro es Quinquén, aunque no es significativamente superior a las otras localidades. Pero, en Quinquén se presenta la menor carga animal y recolección de piñones/ha.

Adicionalmente, el porcentaje de semillas que quedan en el bosque a partir de la temporada anterior y que germina, fluctúa entre 1% (Mallín del Treile y Cruzaco) y 3% (Quinquén). Estos valores confirmarían lo propuesto por Sanguinetti y Kitzberger (2009), quienes señalan que el reclutamiento de plántulas de *A. araucana* estaría dado principalmente por efectos de granivoría, más que por competencia entre la vegetación. Estos autores determinaron que a partir de los seis conos por árbol se supera el filtro impuesto por la granivoría y comienzan las oportunidades de reclutamiento de plántulas.

Estudios sobre la regeneración de *A. araucana* sostienen que ésta se ve seriamente afectada ante el incremento de la ganadería (Sanguinetti 2008a). Además, si se considera la extracción de leña y madera, que es una de las principales fuentes de ingresos económicos en las pequeñas propiedades rurales (Zamorano *et al.*, 2008), se amplía de manera considerable el impacto sobre la regeneración de araucaria, puesto que se dañan los brinzales (Hobbs, 2001; Laurance y Useche, 2009) y se favorece el tránsito y acceso del ganado, incrementándose el consumo de piñones (Sanguinetti, 2008a). Las especies acompañantes del género *Nothofagus* son utilizadas para la extracción de madera y leña principalmente para calefacción durante el período invernal. Estas actividades concuerdan con los resultados obtenidos por Pulido (2002) en bosques de *Quercus* sp., quien sostiene que el aprovechamiento de los bosques da lugar a formaciones más abiertas, lo que potencia el pastoreo, que a su vez implica pisoteo de la regeneración y consumo de la semillas que se encuentran en el bosque.

Si bien araucaria es altamente tolerante a las perturbaciones (Burns, 1993; González *et al.*, 2006), el aumento de la presión ganadera tiene un rápido efecto negativo sobre la regeneración. Cuantitativamente se reduce el número de plántulas y árboles jóvenes, y cualitativamente disminuye la proporción de regeneración sexual/asexual, pues aumenta la regeneración del segundo tipo (Zamorano *et al.*, 2012). Sin embargo, este aspecto no fue observado en las localidades analizadas.

Una situación extrema plantean Sanguinetti *et al.* (2001) en la zona de Rucachoroi, donde los animales domésticos consumidores de semillas, brotes y plantines de araucaria ejercían una presión de 11 a 200 veces superior a la provocada por la fauna silvestre nativa, y el hombre ejercería un nivel de presión similar o mayor a la fauna silvestre nativa debido a la recolección de piñones.

Para asegurar la sostenibilidad de estos bosques es urgente limitar el ingreso de ganado a ellos y regular su consumo de piñones. Además, es necesario determinar la tasa máxima de recolección y establecer medidas que aseguren la regeneración de estos bosques.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las comunidades mapuche-pehuenches de Mallín del Treile, Quinquén y Cruzaco-Icalma, por permitir realizar el presente trabajo en sus territorios. El estudio contó con el apoyo económico del proyecto del Programa de Innovación Territorial (FIA PIT 2008-095) "Desarrollo, diversificación y encadenamiento productivo en base a tres PFNMs: Piñón, Morchella y Rosa Mosqueta, en Lonquimay, IX Región".

REFERENCIAS

Aagesen DL (1998) Indigenous resource rights and conservation of the monkey-puzzle tree (*Araucaria araucana*, Araucariaceae): a case study

- from southern Chile. *Econ. Bot.* 52: 146-160.
- Benoit I (1989) *Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile*. Primera parte. Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile. 157 pp.
- Borrelli P (2001) Producción animal sobre pastizales naturales. Cap.5 En Borrelli P, Oliva G (Eds.) *Ganadería Sustentable en la Patagonia Austral*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Trelew, Argentina. pp 129-160.
- Burns B (1993) Fire-induced dynamics of *Araucaria araucana* - *Nothofagus antarctica* forest in the Southern Andes. *J. Biogeogr.* 20: 669-685.
- Caballero J (2003) *Utilización de Semillas de Araucaria Araucana por una Comunidad Pewenche de Lonquimay, IX Región*. Memoria. Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 77 pp.
- Caro M (1995) *Producción y Dispersión de Semillas de Araucaria araucana (Mol.) C. Koch., en Lonquimay*. Memoria. Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 55 pp.
- CITES (2001) *Convención Sobre El Comercio Internacional De Especies Amenazadas De Fauna Y Flora Silvestres*. Documento N° 14. www.cites.org/esp/com/SC/45/S45-14.pdf (Cons. 07/06/2010).
- Donoso S (1990) *Crecimiento de Araucaria araucana (K.Koch) bajo Diversas Intensidades de corta*. Tesis. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 73 pp.
- Donoso C (1993) *Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica*. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 484 pp.
- Donoso S, Schmidt H, Peña-Rojas K, Perry F (2009) Bosques de araucaria, producción de piñones y sustentabilidad. En Lizana A (Ed.) *Araucaria araucana (Mol.) K. Koch un recurso promisorio*. Serie Ciencias Agronómicas N° 14. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 91 pp.
- Donoso S, Peña-Rojas K, Pacheco C, Perry F, Espinoza C (2010) Evolución de la sustentabilidad de los bosques de *Araucaria araucana*: Producción, colecta y consumo de piñones. *Span. J. Rural Develop.* 1: 99-112.
- Gallo L (2003) *Conservación, Manejo y Uso Sustentable de los Recursos Genéticos de la Araucaria araucana en Argentina, Comunidades Aucapán y Chiuquihuin, San Carlos de Bariloche*. Report on the Project Conservation, Management and Sustainable Use of Forest Genetic Resources with Reference to Brazil and Argentina. International Plant Genetic Resources Institute. Roma, Italia.
- Gallo L, Izquierdo F, Sanguinetti LJ, Pinna A, Siffredi G, Ayasa J, Lopez C, Pelliza A, Strizier N, Gonzales Peñalba M, Maresca L, Chauchard L (2004) *Araucaria araucana* forest genetic resources in Argentina. En Vinceti B, Amaral W, Meilieur B (Eds.) *Challenges in Managing Forest Genetic Resources for Livelihoods: Examples from Argentina and Brazil*. International Plant Genetic Resources Institute. Roma, Italia. pp. 115-143.
- González A (2001) *Análisis de la Densidad y Crecimiento de la Regeneración de un Bosque de Araucaria bajo Distintas Intensidades de Corta de Selección*. Memoria. Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 79 pp.
- González ME, Cortés M, Izquierdo F, Gallo L, Echeverría C, Bekkesy S, Montaldo P (2006) *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch.; Araucaria(o), Pehuén, Piñonero, Pino Araucaria, Pino chileno, Pino del Neuquén, Monkey puzzle tree. En Donoso C (Ed.) *Las Especies Arbóreas de los Bosques Templados de Chile y Argentina: Autoecología*. Valdivia, Chile. pp. 36-53.
- Grenha V, Macedo M, Pires A, Monteiro R (2010) The role of *Cerradomys subflavus* as seed predator and disperser of the palm *Allagoptera arenaria*. *Mastozool. Neotrop.* 17: 61-68.
- Guerrero-Rodríguez S (2010) Efecto de la intervención antrópica en la distribución de las semillas y plántulas del roble (*Quercus humboldtii* Bonpl., Fagaceae) en la cordillera oriental colombiana. *Rev. Forest. Col.* 1: 163-180.
- Hobbs R (2001) Synergisms among habitat fragmentation, livestock grazing, and biotic invasions in Southwestern Australia. *Cons. Biol.* 15: 1522-1528.
- Lara A, Solari M, Rutherford P, Thiers O, Molina R, Prieto R, Montory C (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 pp.
- Laurance W, Useche D (2009) Environmental synergisms and extinctions of tropical species. *Cons. Biol.* 6: 1427-1437.
- Muñoz R (1984) *Análisis de la Productividad de Semillas de Araucaria araucana (Mol.) C. Koch, en el Área de Lonquimay*. Tesis. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 84 pp.

- Neira Z (1995) La importancia económica de la semilla de *Araucaria araucana* para la unidad familiar pehuenche. *Des. Agrofo. Comun. Campes.* 4(20): 46-51.
- Nisensohn L, Faccini D, Montero G, Lietti M (1999) Predación de semillas de *Amaranthus quitensis* H.B.K. en un cultivo de soja: influencia del sistema de siembra. *Pesq. Agropec. Bras.* 34: 377-384.
- Peralta M (1980) *Geomorfología, Clima y Suelos del Tipo Forestal Araucaria en Lonquimay*. Boletín Técnico N° 57. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 35 pp.
- Perry F (2008) *Evaluación de la Producción de Conos y la Regeneración de Araucaria araucana (Mol.) K. Koch., en Cuatro Localidades de la Comuna de Lonquimay, IX Región*. Memoria Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 27 pp.
- Pulido F (2002) Biología reproductiva y conservación: el caso de la regeneración de bosques templados y subtropicales de robles (*Quercus* spp.). *Rev. Chil. Hist. Nat.* 75: 5-15.
- Rodríguez R, Matthei O, Quezada M (1983) *Flora Arbórea de Chile*. Universidad de Concepción. Chile. 408 pp.
- Sanguinetti J, Maresca L, Lozano L, Gonzalez Peñalba M, Chauchard L (2001) *Informe Programa Pehuén: Producción Bruta de Piñones de Araucaria y Estudio de la Regeneración*. Segundo Informe. Administración de Parques. Argentina. 51 pp.
- Sanguinetti J (2008a) *Producción y Predación de Semillas, Efectos de Corto y Largo Plazo sobre el Reclutamiento de Plántulas. Caso de Estudio: Araucaria araucana*. Tesis. Universidad Nacional del Comahue. Argentina. 241 pp.
- Sanguinetti J (2008b) *Producción de Semillas y Extracción de Piñones. Análisis de 20 Años (1988-2008)*. Informe Inédito. Administración de Parques Nacionales, Parque Nacional Lanín. Argentina. 11 pp.
- Sanguinetti J, Kitzberger T (2009) Efectos de la producción de semillas y la heterogeneidad vegetal sobre la supervivencia de semillas y el patrón espacio-temporal de establecimiento de plántulas en *Araucaria araucana*. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 82: 319-335.
- Sanguinetti J, Kitzberger T (2010) Factors controlling seed predation by rodents and non-native *Sus scrofa* in *Araucaria araucana* forests: potential effects on seedling establishment. *Biol. Invas.* 12: 689-706.
- Schmidt H, Toral M, Burgos P (1980) Aspectos de estructura y de regeneración natural para el manejo silvícola de los bosques de Araucaria-Lenga de Chile. Forestry problems of the Genus *Araucaria*. *Proc. IUFRO Meeting*. Curitiba, Brasil. pp. 159-166.
- Serra MT (1987) *Dendrología de Coníferas y otras Gymnospermas*. Apuntes Docentes N° 2. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 264 pp.
- Shepherd JD, Ditgen RS (2005) Human use and small mammal communities of *Araucaria* forests in Neuquén, Argentina. *Mastozool. Neotrop.* 12: 217-226.
- Shepherd JD, Ditgen RS, Sanguinetti J (2008) *Araucaria araucana* and the Austral parakeet: pre-dispersal seed predation on a masting species. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 81: 395-401
- Tacón A, Palma J, Fernández U, Ortega F (2006) *El Mercado de los Productos Forestales No Madereros y la Conservación de los Bosques del Sur de Chile y Argentina*. World Wildlife Fund. Valdivia, Chile. 96 pp.
- Zamorano C, Cortés M, Echeverría C, Hechenleitner P, Lara A (2008) Experiencias de restauración con especies forestales amenazadas en Chile. En González-Espinosa M, Rey Benayas JM, Ramírez-Marcial N (Eds.) *Restauración de Bosques en América Latina*. Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas. Mundi-Prensa. México, pp. 19-37.
- Zamorano C, Cayuela L, González M, Lara A, Parra M (2012) Impacts of cattle on the South American temperate forests: Challenges for the conservation of the endangered monkey puzzle tree (*Araucaria araucana*) in Chile. *Biol. Cons.* 152: 110-118.