

CAMBIOS EN LA BIODIVERSIDAD DEL SOTOBOSQUE A LO LARGO DEL CICLO DEL MANEJO FORESTAL DE LA LENGA

María Cecilia FERNANDEZ^{*12}
Gabriela STAFFIERI^{*3}
Guillermo MARTINEZ-PASTUR^{*2}
Pablo Luis PERI^{*14}

RESUMEN

Es necesario compatibilizar las actividades económicas que realiza el hombre con un manejo sustentable para lograr la conservación biológica de las especies. Es sabido que luego de un aprovechamiento forestal, el bosque presenta una composición y dinámica diferente al original. Conocer los cambios que se producen en todos los componentes del sistema bajo aprovechamiento nos permite desarrollar alternativas de manejo con menor impacto. El objetivo de este trabajo fue evaluar los cambios en la biodiversidad, abundancia y biomasa del sotobosque a lo largo del ciclo del manejo forestal de un bosque de **Nothofagus pumilio** donde se realiza un tratamiento de cortas de protección. Se trabajó en un bosque puro de Tierra del Fuego (Argentina) a lo largo de seis situaciones que representarían el ciclo del manejo forestal (situaciones de post-aprovechamiento y distintas fases de desarrollo del bosque) pertenecientes a una clase de sitio media-alta (desde clase *III* a *I*). El número de especies, abundancia y biomasa se modifican enormemente luego de una corta de protección. Al abrir el dosel los parámetros estudiados aumentan significativamente para decrecer drásticamente cuando el bosque alcanza el *crecimiento óptimo inicial*. Posteriormente se recupera hasta alcanzar los valores promedios de un bosque virgen. El impacto del manejo forestal en la biodiversidad del sotobosque es analizada y discutida. Podemos concluir que el manejo forestal de la Lengua mediante un sistema de cortas de protección (considerando como unidad de análisis al turno forestal) no produce un impacto mayor en el sotobosque que las producidas por otras actividades humanas dentro del bosque.

Palabras claves: **Nothofagus pumilio**; biodiversidad; sotobosque; manejo forestal; manejo sustentable.

ABSTRACT

Understory biodiversity changes along Lengua forest management cycle. Fernández; Staffieri; Martínez-Pastur; Peri. The human economical activities must be compatible with the sustainable management in order to achieve the species biological conservation. It is well known, that after a harvesting, the forest shows a dynamic and species composition different to the original. Knowing the changes that logging produce in all components of the system allow us to develop management alternatives with minor impacts. The objective of this work was to evaluate the biodiversity change, abundance and biomass of the understory along forest management cycle in a **Nothofagus pumilio** forest where carried out a shelterwood treatment. The sample was carried out in a pure forest of Tierra del Fuego (Argentina) along six forest management situations (post-harvesting situations and different phases of forest development) of a middle-high site class (from *III* class to *I*). The number of species, abundance and biomass were modified vastly after a shelterwood. When the canopy was open, the studied parameters increase significantly, and then fall drastically when the forest reach the *initial growth phase*. Subsequently, it was recover the average values of a virginal forest. The impact of the forest management in the understory biodiversity is analyzed and discussed. We could conclude that Lengua forest management by a shelterwood system (considering as the analysis unit at the rotating shift) do not produce a higher impact in the understory than that produced by other human activities within the forest.

Key words: **Nothofagus pumilio**; biodiversity; understory; forest management; sustainable forestry.

(*) Ingeniero Forestal. (1) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; (2) Centro Austral de Investigaciones Científicas (CONICET); (3) Universidad Nacional de La Plata; (4) Universidad Nacional de la Patagonia Austral. (#) Dirección: CADIC. cc 92 (9410) Ushuaia – Tierra del Fuego (Argentina). E-mail: pastur@satlink.com.ar

Trabajo presentado al PRIMER CONGRESO LATINOAMERICANO IUFRO, Valdivia (Chile) 22 al 28 de Noviembre de 1998.

INTRODUCCIÓN

Las actividades económicas que el hombre realiza han llegado a todos los rincones del planeta, siendo necesario compatibilizar las mismas con un desarrollo sustentable, para alcanzar la conservación biológica de las especies (Hanley, 1993). El mantenimiento de la diversidad de un sistema requiere del conocimiento en ecología de todas las especies afectadas (Elliot y Swank, 1994) y de cuantificar los riesgos de cambio en la composición de la biodiversidad (por pérdida o introducción de especies) (Morris *et al.*, 1993). En un futuro cercano, mantener la biodiversidad de un sistema bajo aprovechamiento se convertirá en uno de los objetivos prioritarios del Manejo (Christensen y Emborg, 1996), ya que un ecosistema que mantiene su diversidad es más estable ante diversos factores de disturbio (Morris *et al.*, 1993). Las actividades humanas, como el aprovechamiento forestal, modifican la composición y la dinámica del bosque original (Christensen y Emborg, 1996; Wigley y Roberts, 1997; Liu *et al.*, 1998), quedando la biodiversidad directamente relacionada con los patrones de disturbio recibidos (Elliot y Swank, 1994; Lusk, 1996). Las actividades humanas dentro del bosque pueden iniciar cambios en el ecosistema con diferente grado de riesgo (Morris *et al.*, 1993): (a) alteración de las condiciones microclimáticas del bosque; (b) introducción de especies exóticas; (c) eliminación de especies nativas; (d) alteración de la dinámica natural; (e) remoción de nutrientes; (f) alteraciones físicas del sitio; o (g) adición de sustancias al sistema (pesticidas o fertilizantes). Dentro de las decisiones de manejo forestal se afecta principalmente los puntos (b) y (c), por acciones *directas* (eliminación de especies indeseables o incorporación de especies económicas) o *indirectas* (debidos a las tareas silvícolas o de aprovechamiento).

Los bosques de **Nothofagus pumilio** (Lenga) representan la masa forestal de mayor importancia económica del sur de Argentina y Chile (Martínez Pastur y Fernández, 1994; Garib, 1996). En los mejores sitios, los árboles pueden llegar a 150 cm de DAP y 30 m de altura total (*clase de sitio I*) (Fernández *et al.*, 1993; Martínez Pastur *et al.*, 1997). Las especies presentes en el sotobosque de los bosques de Tierra del Fuego (Argentina) no presentan gran diversidad, siendo los principales géneros: **Adenocaulon**, **Berberis**, **Blechnum** y **Cystopteris** para los sitios más cerrados; y **Cardamine**, **Gunnera**, **Acaena**, **Schizeilema** y **Viola** para los sitios más abiertos. Por otra parte, existen numerosas especies exóticas que lograron una alta dispersión, entre las que se destacan: **Cerastium fontanum**, **Rumex acetosella**, **Veronica serpyllifolia** y **Taraxacum officinale** (Moore, 1983). Cabe considerar que el número de especies que se encuentran en el sotobosque de los bosques de Lenga es muy baja en relación a otros bosques templados del mundo (ver a Moore, 1983; Christensen y Emborg, 1996; Liu *et al.*, 1998; Wigley y Roberts, 1997). Los bosques de la provincia de Tierra del Fuego son aprovechados de acuerdo a la reglamentación de la *ley forestal provincial n° 145*, utilizando como método de reproducción al monte alto bajo cubierta protectora (*corta de protección*) (Schmidt y Urzúa, 1982). Este sistema de aprovechamiento puede clasificarse como un nivel de disturbio intermedio (Reader *et al.*, 1991). Los efectos, consecuencias y variación de la estructura a lo largo del ciclo del manejo, así como los efectos en la regeneración de Lenga han sido largamente estudiados (Schmidt y Urzúa, 1982; Ferrando, 1994; Mosqueda, 1995; González, 1995; Bava y Hlopec, 1995; Garib, 1996). Sin embargo, son pocos los trabajos que describan los impactos que se producen sobre el bosque debidos a los cambios de estructura que produce el manejo forestal (tanto a nivel de especies o comunidades, como en relación a su abundancia o biomasa) (Elliot y Swank, 1994; Wigley y Roberts, 1997; Liu *et al.*, 1998) e inexistentes para el caso de los bosques de Lenga.

Una corta de protección produce un incremento en el crecimiento, desarrollo e instalación de la regeneración (Skrut *et al.*, 1997), pero no se ha investigado si ese aumento en la disponibilidad de los recursos puede beneficiar a los arbustos y herbáceas del sotobosque. El grado de impacto debido a esta actividad humana en el bosque de Lenga puede determinar las siguientes condiciones siguiendo las hipótesis propuestas por Reader *et al.* (1991) para otros bosques: (a) un bajo impacto no modifica la riqueza de especies; (b) un impacto intermedio puede mantener, decrecer o aumentar la riqueza de especies; y (c) un impacto alto tiende a decrecer el número de especies presentes en el sistema. Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar los cambios en la biodiversidad, abundancia y biomasa del sotobosque a lo largo del ciclo del manejo forestal de un bosque de **Nothofagus pumilio** donde se realiza un tratamiento de cortas de protección.

MATERIALES Y METODOS

Area bajo estudio y selección de rodales

Se trabajó en rodales puros y homogéneos de *Nothofagus pumilio* de la Estancia San Justo - Tierra del Fuego (Argentina) (54°06' LS, 68°37' LO), muestreando seis situaciones que representaran el ciclo del manejo forestal (situaciones de post-aprovechamiento y distintas fases de desarrollo del bosque) de acuerdo a la clasificación propuesta por Schmidt y Urzúa (1982). Los tratamientos analizados fueron: dos condiciones (una exposición este y otra oeste) de bosque virgen (BV), un rodal aprovechado mediante una corta de protección un año atrás (A1), un rodal aprovechado mediante una corta de protección seis años atrás (A6), un rodal fase de crecimiento óptimo inicial (COI) con muy pocos individuos remanentes en el estrato superior, un rodal en fase de crecimiento óptimo final (COF) producto de una tala rasa de hace 80 años y un rodal coetáneo en fase de envejecimiento (E).

Metodología de muestreo y análisis estadístico

En cada tratamiento se realizaron dos transectas de 100 m de largo espaciadas 50 m entre sí. En cada una se relevaron diez grupos de parcelas de cuatro subparcelas de 0,25 m² cada una (representando un grupo de cuatro subparcelas la unidad de análisis estadístico). A los rodales seleccionados se les caracterizó la estructura (área basal, altura dominante, número de árboles por hectárea y volumen), la cobertura de copas mediante un cuantificador de espejo curvo (*spherical densiometer*) (Lemmon, 1957), y la cobertura del piso del bosque (sotobosque, residuos y suelo desnudo) mediante una grilla de 25 puntos para cada subparcela. En cada subparcela se identificaron taxonómicamente las especies superiores presentes (las plantas inferiores se clasificaron de acuerdo a los grandes grupos taxonómicos), se determinó la biomasa en kg/ha (en peso seco luego de ser secados en estufa a 70°C hasta alcanzar el equilibrio) y su abundancia (número de plantas o matas). Finalmente y como un complemento, para un set promedio de muestras del sotobosque de cada situación, se determinó las características de digestibilidad utilizando la metodología de Goering y Van Soest (1970) y proteína bruta según método de *Kjeldahl* (muestras analizadas en los laboratorios del INTA EEA-Bariloche). El análisis estadístico se llevó a cabo mediante una ANOVA por medio del test de Fisher, separando las medias por medio del test de Tukey, siendo el nivel de significancia utilizado de P<0,05.

Cuadro N°1
CARACTERIZACION DE LA ESTRUCTURA DE LA MUESTRA

	Area Basal (m ² /ha)	Altura dominante (m)	Densidad (n/ha)	Volumen (m ³ /ha)
A1	24,16	22,91	90	261
A6	12,19	24,60	53	168
COI	16,98	6,50	13025	115
COF	62,24	25,50	1466	728
Env	69,88	27,50	575	931
BV	66,88	25,79	347	924

A1 = corta de protección de 1 año; A6 = corta de protección de 6 años; COI = crecimiento óptimo inicial; COF = crecimiento óptimo final; Env = envejecimiento; BV = bosque virgen. Letras diferentes indican diferencias significativas a P<0,01. El volumen se obtuvo según las ecuaciones propuestas por Peri *et al.* (1997).

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracterización de los rodales estudiados

Los rodales muestreados pertenecen a una clase de sitio media-alta (desde clase III a I) (según Martínez Pastur *et al.*, 1997). La evolución de la estructura a lo largo del ciclo de manejo de la Lengua se caracteriza por (Cuadro 1 y 2): (1) un bosque virgen inicial sobremaduro, estoqueado, con una alta cobertura de copas, pocos individuos de grandes dimensiones, un alto volumen por hectárea y una baja cobertura del sotobosque; (2) posterior a la corta de protección el bosque presenta un área basal

remanente (40%) que decrece paulatinamente (20%) debido a microvolteos de viento, caracterizándose por poseer un dosel remanente de unos pocos individuos improductivos (25% de cobertura de copas), con un denso sotobosque de alta cobertura que compite con la regeneración y una alta proporción de residuos; (3) una vez que la regeneración evoluciona forma un brinzal, desplazando al sotobosque e instalándose una comunidad de alta densidad de individuos de Lengua que ha cerrado totalmente su canopeo; (4) posteriormente por autorraleo disminuye el número de individuos (Fernández *et al.*, 1997) alcanzando el 80% de su altura total (Martínez Pastur *et al.*, 1997) manteniendo un canopeo cerrado con muy poco sotobosque (bosque en fase de crecimiento óptimo final); y (5) finalmente se arriba a un bosque coetáneo muy homogéneo, con una alta proporción de individuos maderables, estoqueado, con una alta cobertura de copas, de similares características del bosque virgen. Estas características pueden variar con el sitio y otras condiciones ecológicas (Martínez Pastur *et al.*, 1994).

Cuadro N°2
COBERTURA DE LAS COPAS Y COBERTURA DEL SUELO

	Cobertura de Copas (%)	Sotobosque (%)	Residuos (%)	Suelo (%)
<i>Prueba de F</i>	234,07 (0,000)	19,887 (0,000)	10,777 (0,000)	17,733 (0,000)
A1	25,23a	10,20ab	50,65c	36,40ab
A6	24,89a	48,55c	29,6b	21,7a
COI	75,85b	24,00b	4,65 ^a	71,40cd
COF	87,65c	11,40ab	33,60bc	54,50bcd
Env	83,20bc	19,90ab	26,90b	53,00bc
BV	85,72c	8,93a	18,60ab	72,53d

A1 = corta de protección de 1 año; A6 = corta de protección de 6 años; COI = crecimiento óptimo inicial; COF = crecimiento óptimo final; Env = envejecimiento; BV = bosque virgen. Letras diferentes indican diferencias significativas a $P < 0,01$.

Cuadro N°3
BIODIVERSIDAD DE ESPECIES DETECTADAS EN LOS DIFERENTES
RODALES A LO LARGO DEL MANEJO FORESTAL

	Total de especies (n)	Dicotiledóneas (n)	Monocotiledóneas (n)	Inferiores (n)
<i>Prueba de F</i>	21,753 (0,000)	19,704 (0,000)	20,841 (0,000)	4,461 (0,001)
A1	3,80bc	3,12c	0,27a	0,40a
A6	6,60d	4,07c	1,15b	1,37b
COI	2,37a	1,17a	0,00a	1,20b
COF	3,22ab	2,02ab	0,00a	1,20b
Env	4,80c	3,37c	0,12a	1,30b
BV	3,66bc	2,16b	0,07a	1,43b

A1 = corta de protección de 1 año; A6 = corta de protección de 6 años; COI = crecimiento óptimo inicial; COF = crecimiento óptimo final; Env = envejecimiento; BV = bosque virgen. Letras diferentes indican diferencias significativas a $P < 0,01$.

Cambios en la biodiversidad del sotobosque a lo largo del manejo forestal

En el número de especies: Al realizar un análisis de varianza considerando las diferentes situaciones del bosque se observaron diferencias estadísticas en todas las variables estudiadas (Cuadro 3). En el bosque virgen se detectaron 3,66 especies por parcela, significativamente superior a las detectadas en el crecimiento óptimo inicial (2,37 esp/par) y significativamente inferior a las detectadas en una corta de protección avanzada (6,60 esp/par). El número de dicotiledóneas aumenta significativamente después de realizarse la corta de protección (de 2,16 esp/par a 4,07 esp/par) debido principalmente a la apertura del canopeo que modifica las condiciones a nivel del suelo (en luz, humedad y temperatura), disminuyendo posteriormente (1,17 a 2,02 esp/par) al cerrarse el canopeo en las fases de crecimiento óptimo. Las monocotiledóneas son componentes secundarios del sotobosque del bosque virgen (0,07 esp/par), pero toman gran importancia en los bosques aprovechados (1,15 esp/par) donde forman

comunidades cerradas en forma de grandes tapices. Las plantas inferiores (helechos, musgos, hepáticas y líquenes) disminuyen significativamente luego del aprovechamiento, pero se recuperan rápidamente, creciendo bajo los residuos o el denso sotobosque de una corta de protección vieja. Por otra parte, son los principales componentes del crecimiento óptimo inicial.

Cuadro N°4
PRESENCIA DE LAS ESPECIES A LO LARGO DE LOS SITIOS BAJO ESTUDIO

Nombre de la Especie	A1	A6	COI	COF	Env	BV
Nativas						
Galium aparine	X	X	X	X	X	X
Galium antarticum	--	--	--	--	--	X
Cardamine glacialis	X	X	--	X	X	X
Osmorhiza chilensis	X	X	X	X	X	X
Schizeilema ranunculus	X	X	--	--	X	X
Viola magellanica	X	X	X	X	X	X
Acaena magellanica	X	X	--	p	X	--
Geum magellanicum	--	p	--	--	--	--
Stellaria debilis	X	--	--	X	X	--
Colobanthus quitensis	--	p	--	--	--	--
Berberis ilicifolia	--	X	--	--	--	--
Berberis buxifolia	--	--	--	--	--	p
Ribes magellanicum	--	--	--	--	X	--
Gentianella magellanica	--	p	--	--	--	--
Senecio filaginoides	--	p	--	--	--	--
Puccinella magellanica	p	X	--	--	--	p
Puccinella parviflora	--	X	--	--	--	--
Festuca magellanica	X	X	--	--	X	X
Pheum alpinum	p	X	--	--	p	--
Agrostis flavudila	--	p	--	--	--	--
Bromus unioloides	--	X	--	--	--	--
Deschampsia kingii	--	X	--	--	--	--
Uncinia macrolepis	X	X	--	--	X	X
Carex macloviana	--	p	--	--	--	--
Exóticas						
Rumex acetosella	X	X	--	--	--	--
Taraxacum officinale	p	X	--	--	--	--
Veronica serpyllifolia	p	X	--	--	X	--
Capsella bursa-pastoris	--	X	--	--	--	--
Cerastium fontanum	--	X	--	X	X	--
Trisetum cumingii	X	X	--	--	X	--
Poligonum aviculare	--	p	--	--	--	--
Plantas inferiores						
Cystopteris fragilis	--	X	p	p	p	--
Blechnum penna-marina	p	--	X	--	p	--
Líquenes	X	X	X	X	X	X
Musgos	X	X	X	X	X	X
Hepáticas	X	X	X	X	X	X

A1 = corta de protección de 1 año; A6 = corta de protección de 6 años; COI = crecimiento óptimo inicial; COF = crecimiento óptimo final; Env = envejecimiento; BV = bosque virgen. (X) = presencia detectada en el muestreo; (p) = presencia detectada en el rodal fuera del muestreo; (--) = sin presencia.

En el Cuadro 4 se presenta la lista de especies superiores clasificadas en el sotobosque de los rodales muestreados. Se colectaron 33 especies, de las cuales 26 son especies nativas (Moore, 1983) y 7 especies introducidas. El muestreo realizado (20 a 30 m²/ha) no fue suficiente para captar toda la variabilidad del bosque, ya que 8 especies no fueron detectadas durante el muestreo pero fueron clasificadas al realizar los herbarios de identificación de los rodales. Las especies introducidas se encontraron principalmente en la corta de protección de 6 años, pero comenzaron a aparecer ya en el rodal en donde se había aplicado la corta de protección un año atrás. Las especies nativas clasificadas no vieron afectada su supervivencia por la corta de protección ni por la competencia de las exóticas ya que a excepción de **Galium antarcticum**, pudieron ser clasificadas el resto de ellas en los rodales muestreados. Las especies exóticas clasificadas son muy comunes, la mayoría de ellas cosmopolitas, que se dispersan a lo largo de los caminos o que acompañan al ganado. Estas malezas están distribuidas en gran parte de la Isla Grande de Tierra del Fuego, habiéndose naturalizado en los ambientes más benignos de los bosques y del ecotono (sobre todo en las vegas, caminos, bordes de bosques y ambientes disturbados como zonas incendiadas o transformadas).

En la abundancia: Al realizar un análisis de varianza considerando los rodales estudiados se observaron diferencias estadísticas en todas las variables estudiadas (Cuadro 5). El número de renovales de Lenga fue significativamente superior en el bosque en fase de envejecimiento. El banco de renovales del bosque virgen es destruido parcialmente al realizarse la corta de protección (se pierde un 45%), pero que se recupera satisfactoriamente con el pasar de los años (400% en una corta de protección de 6 años). Esto también fue observado por Skrt *et al.* (1997). Por otra parte, el número de plantas de dicotiledóneas varió significativamente en la corta de protección de 6 años (4,8 mill/ha) respecto de los otros tratamientos (0,4 a 1,6 mill/ha). Lo mismo ocurrió con las matas de monocotiledóneas, siendo inexistentes en los bosques de crecimiento óptimo, y sumamente elevadas en una corta de protección vieja (0,5 mill/ha). En el caso de las plantas inferiores, las mismas difirieron significativamente en la corta de protección de 6 años y en el crecimiento óptimo inicial, respecto de los otros tratamientos.

Cuadro N° 5
CARACTERIZACION DE LA ABUNDANCIA DEL SOTOBOSQUE (MILLONES/HA)

	Lenga (1) (n)	Dicotiledóneas (1) (n)	Monocotiledóneas (2) (n)	Inferiores (2) (n)
<i>Prueba F</i>	20,929 (0,000)	8,027 (0,000)	3,571 (0,006)	8,595 (0,000)
A1	0,433ab	1,657a	0,045a	0,026a
A6	2,811c	4,816b	0,495b	0,148b
COI	0,152a	0,479a	0,000a	0,059b
COF	1,612bc	0,708a	0,000a	0,044a
Env	4,268d	1,112a	0,037a	0,073a
BV	0,788ab	0,853a	0,010a	0,073a

Valores expresados en millones por hectárea para (1) número de plantas y (2) número de matas o grupos de individuos. A1 = corta de protección de 1 año; A6 = corta de protección de 6 años; COI = crecimiento óptimo inicial; COF = crecimiento óptimo final; Env = envejecimiento; BV = bosque virgen. Letras diferentes indican diferencias significativas a P<0,01.

En la biomasa: Al realizar un análisis de varianza considerando los rodales que representan las etapas del manejo forestal se observaron diferencias estadísticas en todas las variables estudiadas (Cuadro 6). La biomasa total del sotobosque disminuye un 26% a causa de la corta de protección, pero aumenta considerablemente con el correr de los años (un 600% más). Posteriormente y al ir cerrándose el canopy, la biomasa del sotobosque vuelva a los valores promedios que se encontraban inicialmente. La corta de protección favorece el desarrollo de las plántulas de Lenga (de 57,9 kg/ha en el bosque virgen se pasan a 1099,5 kg/ha en la corta de protección avanzada), pero también ofrece condiciones ecológicas únicas para el desarrollo de especies que no pertenecen al ecosistema bosque (tanto especies de la vega como especies exóticas). De este modo, comparado con el bosque virgen, la corta de protección de seis años presenta un considerable aumento de biomasa en las dicotiledóneas (9,9 kg/ha contra 771,0 kg/ha) y monocotiledóneas (0,9 kg/ha contra 303,1 kg/ha). Por otra parte, las

condiciones de temperatura, luz y humedad perjudican el desarrollo de las plantas inferiores en la corta de protección (78,8-189,1 kg/ha) y lo mejoran en el crecimiento óptimo inicial (831,9 kg/ha), respecto del bosque virgen (317,8 kg/ha). Las plantas exóticas no se encuentran presentes en el bosque virgen y desarrollan 631,8 kg/ha al cabo de 6 años de haberse llevado a cabo la corta de protección. Con el correr del tiempo tienden a desaparecer, quedando representadas en una menor medida.

La relación observada para la variación entre especies nativas y exóticas a lo largo del ciclo de manejo forestal se corresponde a un modelo de sucesión de reemplazo secuencial descrito por McCook (1994). Esto ocurre debido a que las especies exóticas poseen estrategias de dispersión de largo alcance con gran número de propágulos, rápido crecimiento y gran adaptación a diferentes ambientes.

Cuadro N°6
VARIACION DE LA BIOMASA DEL SOTOBOSQUE EN LOS DIFERENTES
RODALES A LO LARGO DEL MANEJO FORESTAL

	Total (kg/ha)	Lenga (kg/ha)	Dicotiledóneas (kg/ha)	Monocotiledóneas (kg/ha)	Inferiores (kg/ha)	Nativas (kg/ha)	Exóticas (kg/ha)
<i>Prueba F</i>	16,058 (0,000)	12,517 (0,000)	9,632 (0,000)	19,893 (0,000)	3,986 (0,003)	7,696 (0,000)	9,052 (0,000)
A1	286,0a	62,2a	109,7a	35,1a	78,8a	275,1a	10,9 ^a
A6	2362,7b	1099,5b	771,0b	303,1b	189,1a	1730,9b	631,8b
COI	845,5a	5,4a	8,1a	0,0a	831,9b	845,5a	0,0a
COF	430,7a	101,1a	10,9a	0,0a	318,5ab	427,9a	2,8 ^a
Env	787,7a	362,3a	39,8a	13,6a	71,9ab	779,4a	8,2 ^a
BV	386,7a	57,9a	9,9a	0,9a	317,8a	386,7a	0,0a

A1 = corta de protección de 1 año; A6 = corta de protección de 6 años; COI = crecimiento óptimo inicial; COF = crecimiento óptimo final; Env = envejecimiento; BV = bosque virgen. Letras diferentes indican diferencias significativas a $P < 0,01$.

Impacto del manejo forestal en la biodiversidad del sotobosque

La biodiversidad de especies del sotobosque de un bosque virgen se ve afectada significativamente cuando se realiza un aprovechamiento forestal que aplica una corta de protección. Si bien este sistema de aprovechamiento emula la dinámica natural del bosque a través de la apertura del dosel de protección, éste induce condiciones ecológicas que permiten una explosión poblacional de especies que generalmente no se encuentran en el ecosistema original. En la Figura 1 se presenta el modelo de cambios en la biodiversidad a través del tiempo, luego de realizarse una corta de protección, de acuerdo a los datos obtenidos en nuestros muestreos. La biodiversidad aumenta considerablemente después de realizada una corta de protección, para estabilizarse en un nivel más alto con el correr del ciclo. Si consideramos los turnos de corta sugeridos por Schmidt y Urzúa (1982), este nivel de biodiversidad (60% más elevado que en el bosque original) se mantendría estable.

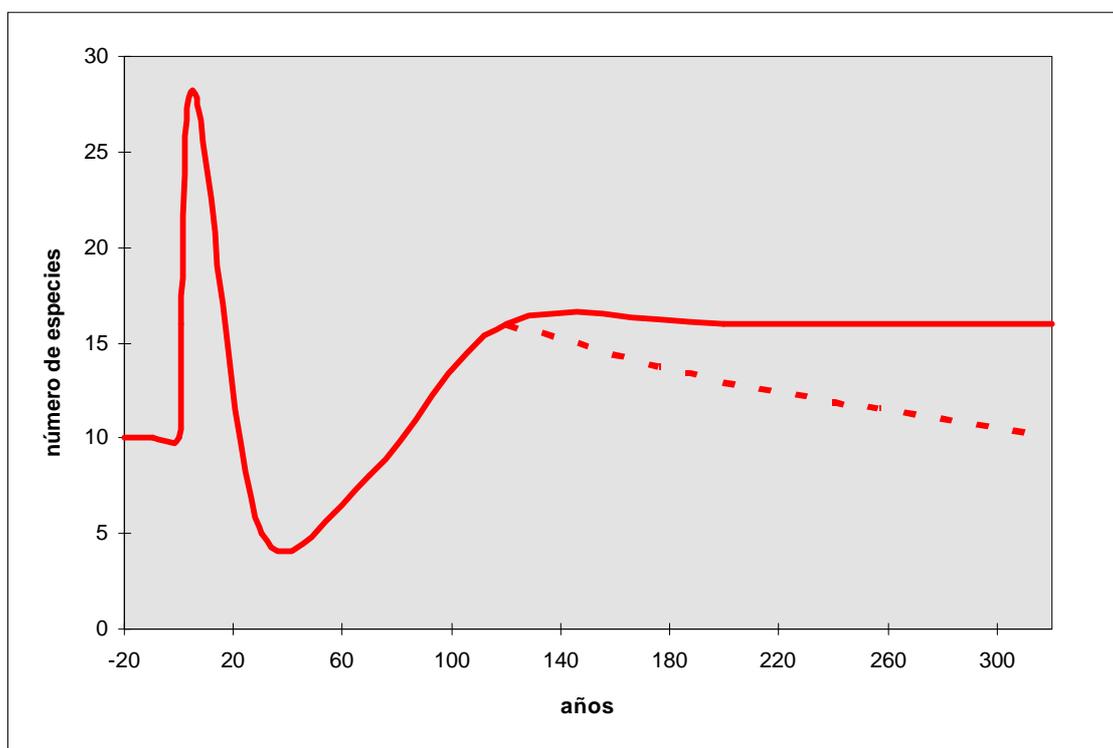
La biodiversidad del bosque usualmente es considerablemente menor en un bosque recién aprovechado (Liu *et al.*, 1998), lo que sucedió en nuestro bosque, pero no en forma significativa. De abandonarse el aprovechamiento de los bosques, dejando el sistema nuevamente bajo condiciones de dinámica natural podrían ocurrir dos situaciones (Figura 1): (1) que el nivel alcanzado de biodiversidad se mantenga estable (*línea continua*) o retome el nivel original (*línea punteada*). La biodiversidad original del bosque virgen no se ve afectada ni en peligro, pero sí modificada significativamente. Luego, de acuerdo al criterio de evaluación considerado (pérdida de especies, número de especies presentes sobre número de especies originales o presencia de especies exóticas) se clasificará el grado de impacto del sistema silvícola utilizado en los bosques de Lenga de Tierra del Fuego.

Los resultados presentados en este trabajo se corresponden a los presentados por Morris *et al.* (1993) donde la biodiversidad de un bosque aprovechado mediante un sistema de tala rasa aumenta su índice de diversidad (de 0 a 7) a los pocos años del disturbio, para comenzar a decaer con el paso de los años. Por otra parte, Reader *et al.* (1991) no encontraron modificaciones en el número de especies del sotobosque luego de un aprovechamiento.

Proteína bruta y digestibilidad del sotobosque en los distintos tratamientos

Se observaron diferencias en la digestibilidad y contenidos de proteína bruta en las muestras de plantas superiores de los rodales muestreados. El mejor tratamiento fue el bosque aprovechado hace 1 año (17,2% de proteína bruta y un 60,4% de digestibilidad) y el bosque virgen (16,3% de proteína bruta y un 59,9% de digestibilidad) respecto del bosque aprovechado hace 6 años (6,2% de proteína bruta y un 50,8% de digestibilidad), del crecimiento óptimo inicial (11,6% de proteína bruta y un 60,9% de digestibilidad), el fustal (12,5% de proteína bruta y un 51,4% de digestibilidad) y la fase de envejecimiento (12,1% de proteína bruta y un 46,9% de digestibilidad).

Figura N°1
CAMBIOS EN LA BIODIVERSIDAD DE LOS RODALES A LO LARGO DE LAS ETAPAS DEL MANEJO FORESTAL



CONCLUSIONES

El aprovechamiento de los bosques de Lengua mediante el sistema de corta de protección afecta significativamente la abundancia, biomasa y diversidad del sotobosque, pero no en forma permanente. Mediante estas prácticas silvícolas se permite la instalación y crecimiento de la regeneración de Lengua, mejorando las condiciones ecológicas a nivel del suelo. Sin embargo, estas mejorías permiten la instalación de malezas nativas provenientes de las vegas o de especies introducidas distribuidas a través de los caminos y el ganado.

El aumento significativo de biomasa en la corta de protección no es un impedimento para el desarrollo de los renovales de Lengua, pero convierte al bosque en un ambiente sumamente atractivo para el guanaco o para el ganado, ofreciendo alimento y protección. Luego, si ocurre una sobrecarga animal (ramoneo excesivo o pisoteo) será la causante del fracaso de la instalación de la regeneración

de Lengua. Desde este punto de vista, el impacto de esta práctica silvícola a gran escala es a través de un efecto indirecto.

La biodiversidad de especies del sotobosque se mejora con la realización de la corta de protección, no existiendo una pérdida significativa de especies nativas a lo largo del ciclo del manejo forestal. Sin embargo, la realización de las tareas de aprovechamiento permiten la instalación de especies introducidas en el bosque virgen (donde generalmente no se encuentran) modificando la composición específica del ecosistema natural.

Podemos concluir que el manejo forestal de la Lengua mediante un sistema de cortas de protección (considerando como unidad de análisis al turno forestal) no produce un impacto mayor en el sotobosque que las producidas por otras actividades humanas (ganadería o turismo) dentro del bosque.

AGRADECIMIENTOS

A Rosa Kofalt por la ayuda que nos brindó en la identificación taxonómica. A Gregorio Martínez Pastur y Ricardo Vukasovi por su desinteresada participación en el trabajo; y al aserradero 'Los Castores', la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, al Centro Austral de Investigaciones Científicas y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria por el apoyo institucional y financiero.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bava, J; R Hlopec. 1995. El manejo sustentable de la Lengua en Tierra del Fuego. Actas IV Jornadas Forestales Patagónicas. Tomo 1, pag 81-96. San Martín de los Andes, 24-27 Octubre.

Christensen, M; J Emborg. 1996. Biodiversity in natural versus managed forest in Denmark. Forest Ecology and Management 85: 47-51.

Elliot, K; W Swank. 1994. Changes in tree species diversity after successive clearcuts in the Southern Appalachians. Vegetatio 115: 11-18.

Fernández, C; G Martínez Pastur; F Boyeras; P Peri. 1993. Funciones de altura total y area de copa para lenga (**Nothofagus pumilio**) en Lago Gral Vintter - Cerro Colorado, Provincia del Chubut. Alcances por clases de exposición y altitud. Ciencia e Investigación Forestal 7(2): 315-337.

Fernández, C; G Martínez Pastur; P Peri; R Vuksovi . 1997. Thinning schedules for **Nothofagus pumilio** forest in Patagonia, Argentina. Actas del XI Congreso Forestal Mundial. Volumen 3: D. Función productiva de los bosques. Antalya, 13-22 de Octubre.

Ferrando, M. 1994. Estructura y rendimientos volumétricos bajo corta de protección de un bosque de Lengua en Aysén, XI Región. Tesis de grado. Universidad de Chile, Santiago - Chile. 53 pp.

Garib, IA. 1996. Rendimientos volumétricos en bosque de lenga (**Nothofagus pumilio**) sometidos a cortas de protección. Provincia de Tierra del Fuego, XII Región. Tesis de grado. Universidad de Chile, Santiago - Chile. 55 pp.

Goering, HK; PJ Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis: Apparatus, reagents, procedures and some applications. US. Gov. Print. Office. Washington. USDA Agric. Handbook N° 379.

González, SA. 1995. Rendimientos volumétricos en la corta de protección de un bosque de lenga en Monte Alto, XII Región. Tesis de grado. Universidad de Chile, Santiago - Chile. 51 pp.

- Hanley, Th. 1993.** Balancing economic development, biological conservation, and human culture: the sitka black-tailed deer (**Odocoileus memionus sitkensis**) as an ecological indicator. *Biological conservation* 66: 61-67.
- Lemmon, P. 1957.** A new instrument for measuring forest overstory density. *J of Forestry* 55(9): 667-668.
- Liu, QJ; A Kondoh; N Takeuchi. 1998.** The forest vegetation and its differentiation under disturbance in a temperate mountain, China. *Journal of Forest Research* 3: 111-117.
- Lusk, C. 1996.** Gradient analysis and disturbance history of temperate rain forests of the coast range summit plateau, Valdivia, Chile. *Revista chilena de historia natural* 69: 401-411.
- Martínez Pastur G; C Fernández; P Peri. 1994.** Variación de parámetros estructurales y de composición del sotobosque para bosques de **Nothofagus pumilio** en relación a gradientes ambientales indirectos. *Ciencias Forestales* 9(1-2): 11-22.
- Martínez Pastur, G; C Fernández. 1994.** Forest Management: Analisis of SDI's determination for Lenga (**Nothofagus pumilio**) forests. *International Symposium on Cold Region Development*. Espoo (Finlandia), 13-16 de Junio.
- Martínez Pastur, G; P Peri; R Vukasovi ; S Vaccaro; V Piriz Carrillo. 1997.** Site index equation for **Nothofagus pumilio** Patagonian forest. *Phyton* 61(1/2): 55-60.
- McCook, LJ. 1994.** Understanding ecological community succession: causal models and theories, a review. *Vegetatio* 110: 115-147.
- Moore, D. 1983.** Flora of Tierra del Fuego. Anthony Nelson – Missouri Botanical Garden. 395 pp.
- Morris, LA; P Bush; J Clark. 1993.** Ecological impacts and risks associated with forest management. Chapter 10. *In: Predicting ecosystem risk (Eds., J Cairns; B Niederlehner; D Orvos)*. *Advances in Modern Environmental Toxicology (Volume XX)*. Princeton Scientific Publishing. Pp 153-213.
- Mosqueda, C. 1995.** Rendimientos volumétricos en el raleo de un bosque de lenga (**Nothofagus pumilio**) en la XII Región. Tesis de grado. Universidad de Chile, Santiago - Chile. 68 pp.
- Peri, P; G Martínez Pastur; B Díaz; F Fucaraccio. 1997.** Uso del Índice de Sitio para la construcción de ecuaciones estándar de volumen total de fuste para lenga (**Nothofagus pumilio**) en Patagonia Austral. II° Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Posadas, 13 al 15 de Agosto de 1997. Pag 123-132.
- Reader, RJ; K Taylor; D Larson. 1991.** Does intermediate disturbance increase species richness within deciduous forest understory?. Chapter 17. *In: Modern ecology: basic and applied aspects (Eds, G Esser; D Overdieck)*. Elsevier, Amsterdam. Pp 363-373.
- Schmidt, H; A Urzúa. 1982.** Transformación y Manejo de los Bosques de Lenga en Magallanes. Universidad de Chile. *Ciencias Agrícolas* n° 11. 62 pp.
- Skr, V; G Staffieri; P Ferrere; G Martínez Pastur; P Peri. 1997.** Incidencia de la cobertura, el aprovechamiento y el ramoneo de **Lama guanicoe** sobre la regeneración de un bosque de **Nothofagus pumilio**. *Actas II° Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano*. Tomo Bosques Nativos y Protección Ambiental. Pag 149-162. Posadas, 13 al 15 de Agosto.
- Wigley, TB; Th Roberts. 1997.** Landscape-level effects of forest management on faunal diversity in bottomland hardwoods. *Forest Ecology and Management* 90: 141-154.