

# CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LOS BOSQUES DE PATAGONIA SUR BAJO MANEJO SILVICOLA

## BIODIVERSITY CONSERVATION OF THE SOUTH PATAGONIAN FORESTS UNDER SILVICULTURAL MANAGEMENT

María Vanessa Lencinas<sup>1</sup>  
Guillermo Martínez Pastur<sup>2</sup>  
Juan Manuel Cellini<sup>13</sup>  
Carlos Alberto Busso<sup>4</sup>  
Emilce Gallo<sup>5</sup>

<sup>1</sup>. Ing. Forestal. Centro Austral de Investigaciones Científicas. cc 92 (9410) Ushuaia, Tierra del Fuego (Argentina). Email: [vlencinas@gmx.net](mailto:vlencinas@gmx.net)

<sup>2</sup>. Ms. Ciencias Agrarias. Centro Austral de Investigaciones Científicas. cc 92 (9410) Ushuaia, Tierra del Fuego (Argentina). Email: [cadicforestal@arnet.com.ar](mailto:cadicforestal@arnet.com.ar)

<sup>3</sup>. Ing. Forestal. Fac. de Cs. Agrs. y Ftiles., UNLP. cc 31 (1900) La Plata, Buenos Aires (Argentina). Email: [jmc@ceres.agro.unpl.edu.ar](mailto:jmc@ceres.agro.unpl.edu.ar)

<sup>4</sup>. Ph. D. Dto. de Agronomía, UNSur. San Andrés 800, Altos de Palihue (8000) Bahía Blanca, Buenos Aires (Argentina). Email: [cebusso@criba.edu.ar](mailto:cebusso@criba.edu.ar)

<sup>5</sup>. Lic. Biodiversidad. UNL. Irigoyen 3164 (3000) Santa Fe, Santa Fe (Argentina). Email: [emilcegallo@hotmail.com](mailto:emilcegallo@hotmail.com)

### SUMMARY

*Nothofagus pumilio* woods are the main forest resource in South Patagonia. They have few species and are susceptible to human alterations. These woods are spatially heterogeneous, with associated environments (*AA*) to timber forests (*BP*), and usually they are not harvest. Silvicultural management effects and diversity relationships between *BP* and *AA* were studied, analyzing forest structure, understory, insects, birds and guanacos. The main impact on *BP* is the homogenization of the forest structure. It is low over generalist species (plants, birds and herbivores), also found in *AA*; but it is high over specialist insects in microenvironment of *BP*. This group show exclusive species in all the associated and productive environments. It is possible the landscape conservation through the combination of different management alternatives, which favor the space heterogeneity and the environment preservation. Each one of these environments is home of unique diversity and give refuge to species, which are a colonization source of the impacted stands.

**Key words:** *Nothofagus pumilio*, conservation, forest management, biodiversity, shelterwood cut, associated environments, Tierra del Fuego, Argentina.

### RESUMEN

Los bosques de *Nothofagus pumilio* constituyen el principal recurso forestal en Patagonia Sur. Poseen pocas especies y son susceptibles a alteraciones antrópicas. Son espacialmente heterogéneos con ambientes asociados (*AA*) a los bosques productivos (*BP*) que no se aprovechan durante las intervenciones. Se estudió el efecto del manejo silvícola y las relaciones de diversidad entre *BP* y *AA*, analizando estructura forestal, sotobosque, insectos, aves y guanacos. El impacto principal sobre *BP* es la homogeneización de la estructura forestal. Es bajo sobre especies generalistas (plantas, aves y herbívoros) también encontradas en *AA*, pero es alto en los insectos especialistas en microambientes de *BP*. Este grupo presenta especies exclusivas en todos los ambientes asociados y productivos. Es posible conservar el paisaje combinando alternativas de manejo que favorecen la heterogeneidad espacial preservando la diversidad de ambientes. Cada uno alberga una diversidad

característica y refugian especies que son fuente de recolonización de los ambientes impactados.

**Palabras clave:** *Nothofagus pumilio*, manejo forestal, ambientes asociados, Tierra del Fuego, Argentina.

## INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas naturales de Patagonia Sur son relativamente pobres en especies, y como sistemas simples, susceptibles a las alteraciones que los modifican. Los bosques ocupan 700000 ha en Tierra del Fuego (Argentina), y el 60% corresponde a masas puras de *Nothofagus pumilio* (Poeppig & Endl.) Krasser (lenga). Constituyen el principal recurso forestal, aprovechándose actualmente de 800 a 1000 ha/año de bosques primarios. Las perspectivas son interesantes pero se requiere manejo técnico bajo criterios sustentables para lograr la perpetuación del recurso. Además, el turismo exige el cuidado extremo de los ecosistemas, para prevenir su deterioro y evitar la pérdida de bienes y servicios.

El sotobosque del bosque de lenga es en general ralo, con pocas arbustivas y abundantes herbáceas, hongos e inferiores. Los vertebrados son pocos y ocupan todos los nichos ecológicos, por su gran plasticidad y alta capacidad de aclimatación. Sobre los invertebrados el desconocimiento es grande, pero incluyen gran variedad de insectos (Niemela 1990; Solervicens 1995). Sin embargo, la diversidad del bosque está dada por la existencia de distintos ambientes dentro del mismo. Los claros generados por caída de árboles, las zonas limítrofes entre bosques y pastizales o turberas, los humedales, las márgenes de arroyos, y bs bosques en isleta, achaparrados o de altura, se definen como *ambientes asociados*. Incluye a las áreas boscosas no productivas o de protección insertas en bosques comercialmente aprovechables, que suelen no intervenir por razones legales o tecnológicas.

Como los bosques de *Nothofagus* están preadaptados a la ocurrencia de disturbios naturales (Veblen 1979), las técnicas silviculturales que se aplican los imitan y aprovechan sus adaptaciones y capacidad regenerativa, otorgando una mayor certeza de sustentabilidad, con menores inversiones y costos. En Tierra del Fuego han sido utilizados distintos métodos de regeneración, como floreo, tala rasa, selección, y corta de protección (Schmidt y Urzúa 1982; Martínez Pastur *et al.* 2001), siendo este último el actualmente recomendado por la autoridad de aplicación. Este método ordena los bosques con gran beneficio económico y bajo impacto para el sistema, manteniéndolos en un estado de máxima producción (Schmidt y Urzúa 1982). Sin embargo, el manejo afecta directa e indirectamente la biodiversidad, el microclima y los procesos ecosistémicos influyendo a nivel de paisaje, regional, y global. La homogeneización de la estructura forestal conduce a la pérdida de hábitats propios del bosque no intervenido, la fragmentación del sistema (Haight 1995; Burel *et al.* 1998; Christensen y Emborg 1996) y la modificación de los ciclos y disponibilidad de nutrientes (Richter y Frangi 1992; Caldentey *et al.* 2001; Mazzarino *et al.* 2001). Incluso, problemas relativos a la dinámica poblacional pueden desencadenar la extinción de especies (Fahrig 1997). El principal problema al que se enfrenta la silvicultura es la pérdida de biodiversidad y de la función de conservación. En estos bosques se han estudiado aspectos de flora, fauna, clima y sus modificaciones frente a cambios en la estructura forestal. Sin embargo, poco se sabe de los efectos del aprovechamiento sobre el ecosistema en conjunto, la función de los sectores no productivos respecto de los cortados y su vulnerabilidad frente a las alteraciones del entorno. En este trabajo se analizan en forma integrada el impacto de la silvicultura en la diversidad de los bosques productivos de lenga y las relaciones de estos con los ambientes asociados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación del impacto del aprovechamiento forestal por cortas de protección se realizó en bosques puros de lenga ( $54^{\circ} 06' \text{ LS}$ ,  $68^{\circ} 37' \text{ LO}$ ), donde se muestrearon situaciones representativas del turno. El bosque previa intervención se caracterizó en rodales primarios; las situaciones inmediatamente posteriores a la corta, en rodales intervenidos uno y seis años atrás; y las de desarrollo avanzado, en bosques secundarios en fase de crecimiento óptimo inicial, final y envejecimiento. En ellos se evaluó estructura forestal, cerramiento del dosel y patrón de distribución horizontal a distintas escalas (Lencinas *et al.* 1998). Paralelamente se muestrearon grupos de organismos representativos y abundantes: sotobosque (plantas superiores, pteridófitas, briófitas y hepáticas), insectos (adultos móviles epigeos), aves y grandes herbívoros (guanacos). Según correspondiera se registró riqueza específica, abundancia, densidad, cobertura y biomasa (Fernández *et al.* 1998; Martínez Pastur *et al.* 1999; Deferrari *et al.* 2001; Spagarino *et al.* 2001). Además, se cuantificaron los cambios en cobertura del sotobosque en rodales no intervenidos y aprovechados de distinta antigüedad, en un gradiente de calidades de sitio (Mariottini *et al.* 2002). Para el estudio de la biodiversidad de los ambientes asociados (AA) a los bosques aprovechables (BP), se seleccionaron rodales ( $54^{\circ} 27' \text{ LS}$ ,  $67^{\circ} 30' \text{ LO}$ ) no productivos (límite entre bosque y pastizal, bosque de *N. antarctica* (Forster f.) Oersted (ñire), humedales y márgenes de arroyos) y productivos (terreno plano con exposición norte y ladera de exposición sur). También se evaluaron en cada tratamiento distintos grupos de organismos (plantas superiores y pteridofitas, insectos y aves), mediante metodologías similares a las anteriormente planteadas (Medina *et al.* 2000a, 2000b; Rivero *et al.* 2000a, 2000b; Lencinas *et al.* 2001a, 2001b, 2001c).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Impacto de la corta de protección sobre la biodiversidad:** El aprovechamiento forestal modifica directamente la estructura, que previa intervención presenta un elevado cerramiento del dosel, pocos individuos sobremaduros de grandes dimensiones, densidad completa y alto volumen comercial/ha (Tabla 1 y Figura 1). Tras la corta, los remanentes son pocos individuos improductivos de gran diámetro y dosel abierto. Algunos se caen posteriormente por viento, reduciendo el área basal y el volumen/ha. Cuando la regeneración crece forma una comunidad densa, de entre 1 y 2 m de altura que cierra totalmente el dosel; luego la densidad disminuye por autorraleo (Fernández *et al.* 1997), creciendo hasta el 80% de su altura total y manteniendo el dosel cerrado. Se llega al envejecimiento con una estructura homogénea, coetánea y densa, con alta proporción de individuos maderables y elevada cobertura de copas.

**Tabla 1. Estructura forestal en distintas etapas del ciclo de manejo (Fernández *et al.* 1998).**

**Table 1. Forests structure in management cycle stages.**

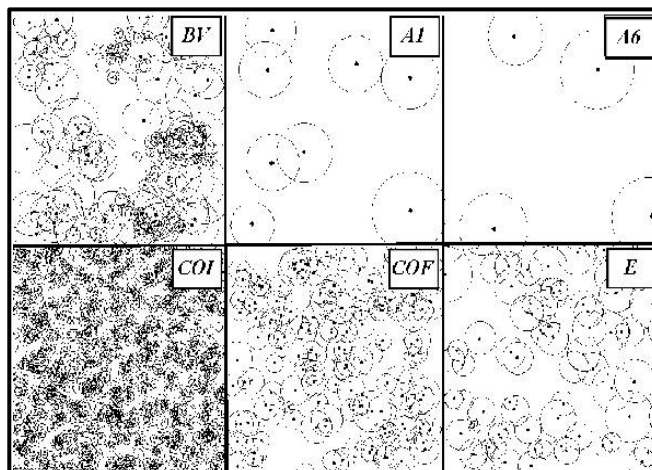
<b>Etapas</b>	<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<b>Altura dominante (m)</b>	<b>Densidad (n/ha)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>/ha)</b>
<i>AI</i>	24,1	22,9	90	261
<i>A6</i>	12,1	24,6	53	168
<i>COI</i>	16,9	6,5	13025	115
<i>COF</i>	62,2	25,5	1466	728
<i>E</i>	69,8	27,5	575	931
<i>BV</i>	66,8	25,7	347	924

*AI* = corta de protección de 1 año; *A6* = corta de protección de 6 años; *COI* = crecimiento óptimo inicial; *COF* = crecimiento óptimo final; *E* = envejecimiento; *BV* = bosque primario.

Figura 1. Distribución espacial horizontal en un ciclo de manejo.

Figure 1. Horizontal spatial distribution in a management cycle.

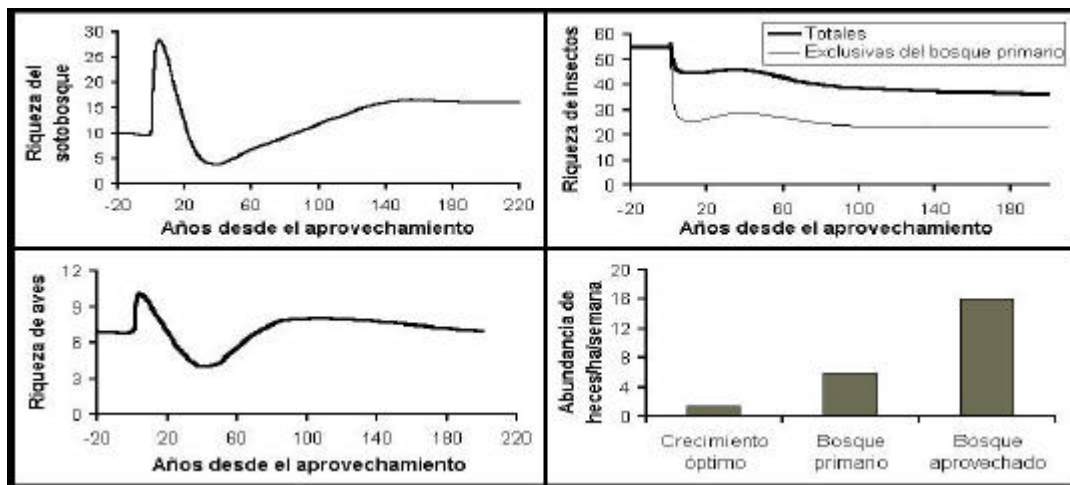
*BV* = bosque primario; *AI* = corta de protección de 1 año; *A6* = corta de protección de 6 años; *COI* = crecimiento óptimo inicial; *COF* = crecimiento óptimo final; *E* = envejecimiento.



La corta de protección afecta directa e indirectamente a los organismos del ecosistema boscoso (Gráfico 1). El impacto sobre el sotobosque es intermedio, ya que la riqueza se modifica levemente incorporando al sistema especies de otros ambientes e introducidas (Fernández *et al.* 1998). Las plantas superiores y pteridofitas aumentan su diversidad luego de la corta ya que la apertura del dosel modifica el microclima a nivel del suelo aumentando la luz incidente, la temperatura, las precipitaciones y el agua disponible. El máximo se alcanza cuando la cobertura de copas es mínima, transcurrido cierto tiempo desde el aprovechamiento. En fase de crecimiento óptimo el dosel se cierra, la diversidad cae por debajo de los niveles iniciales y se recupera lentamente a medida que la masa madura hasta el envejecimiento. Contrariamente, musgos y hepáticas son menos diversos luego del aprovechamiento, por la sequedad que provoca la falta de protección. Más tarde proliferan cuando la densidad y el cerramiento son altos, aumentando en cobertura y biomasa respecto del bosque primario. La mejora en la calidad de sitio implica más recursos disponibles, y se manifiesta en bosques primarios con mayores coberturas y riquezas, igual que en los rodales aprovechados. Sin embargo, cuando la apertura del dosel es máxima, tanto diversidad como cobertura se mantienen constantes, independientemente de la calidad del sitio (Mariottini *et al.* 2002). Sobre los insectos el impacto es alto, ya que se pierden numerosas especies (alrededor de una cada 11 años) al cabo de un turno y se facilita el ingreso de otras desde ambientes cercanos, que colonizan y se instalan en los bosques impactados (Spagarino *et al.* 2001). Su abundancia baja inicialmente luego de la corta, sufre una explosión en etapa de crecimiento óptimo, y luego decrece gradualmente en las etapas posteriores. Dípteros e himenópteros son los más afectados, principalmente por la baja capacidad de adaptación de especies altamente especializadas cuya alimentación o hábitat se modifican durante la corta. En los vertebrados (aves y guanacos) el impacto es bajo. La riqueza de aves aumenta luego de la intervención por el ingreso de especies (principalmente paseriformes) desde ambientes cercanos, y disminuye cuando la estructura se cierra, ya que los árboles de pequeño diámetro no permiten nidificar y dificultan la alimentación, caza, vuelo y actividades sociales de muchas especies. Las especies presentes se adaptan con facilidad a los nuevos ambientes generados por el manejo forestal dados sus bajos requerimientos específicos. Los niveles del bosque primario se retoman cuando los árboles maduran (Deferrari *et al.* 2001). En cuanto a los guanacos, los bosques aprovechados ofrecen mejores condiciones para su alimentación y protección, mientras que las fases de crecimiento óptimo son desfavorables. En esta etapa la oferta alimenticia del sotobosque es baja, por lo que dañan a la regeneración (Martínez Pastur *et al.* 1999).

**Gráfico 1. Variaciones en la riqueza del sotobosque, insectos, aves y guanacos a lo largo de un ciclo de manejo forestal (Fernández *et al.* 1998; Martínez Pastur *et al.* 1999; Deferrari *et al.* 2001; Spagarino *et al.* 2001).**

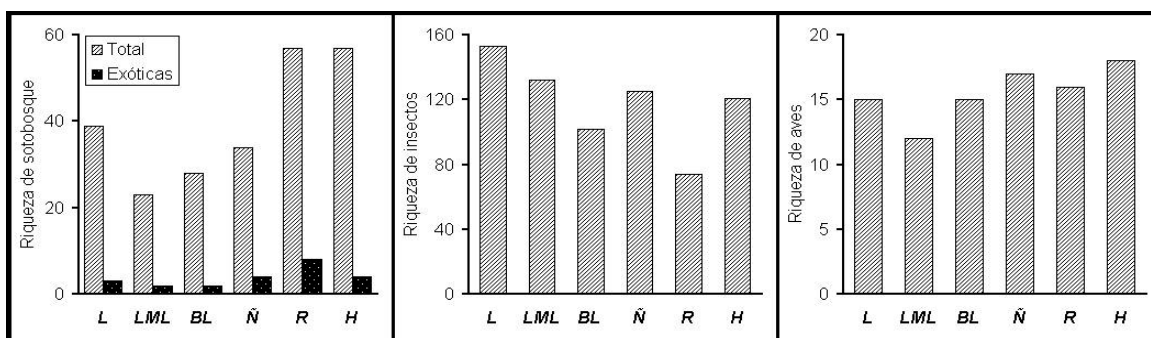
**Graphic 1. Richness variations of understory, insects, birds and guanacos trough a management cycle.**



**Importancia de los ambientes asociados:** Aunque normalmente relegados en Evaluaciones de Impacto Ambiental o Planes de Manejo, son importantes por el área que ocupan (entre un 30 y un 50% de la superficie forestal productiva) y por flora y fauna características. El sotobosque de los *AA* alberga a todas las especies observadas en los *BP* (Gráfico 2), que se presentan en estos habitualmente con mayor frecuencia, cobertura, abundancia y biomasa, e incluye a muchas otras especializadas, por lo que poseen mayor diversidad (Rivero *et al.*, 2000a, 2000b; Lencinas *et al.* 2001a). En los humedales, donde se producen fluctuaciones en la disponibilidad de agua, abundan las dicotiledóneas y las inferiores, mientras que cuando la apertura natural del dosel es mayor, como en los bosques de ñire y en las zonas limítrofes con pastizales o turbas, aumentan las monocotiledóneas. Las exóticas tienen poca importancia en los *BP*, pero cobran un papel relevante en los ambientes de mayor humedad (humedales y márgenes de ríos y arroyos), desde donde pueden colonizar otros rodales.

**Gráfico 2. Riqueza del sotobosque, insectos y aves en ambientes asociados.**

**Graphic 2. Richness of understory, insects and birds in associated environments.**

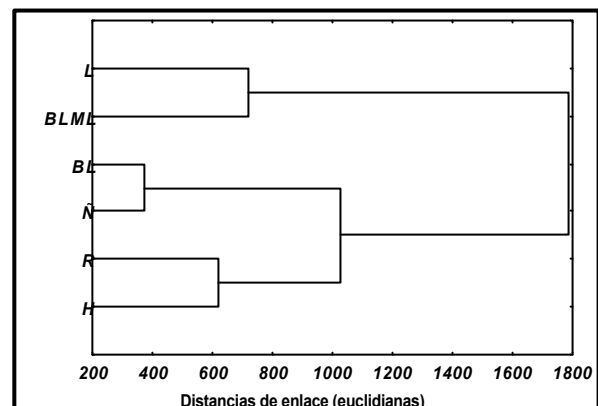


*L*: bosques de lenga en terreno plano; *LML*: bosques de lenga en media ladera; *BL*: bordes de bosque de lenga con pastizales; *Ñ*: bosques de ñire; *R*: márgenes de arroyos; *H*: humedales.

Los insectos presentan mayor riqueza en los *BP* (Gráfico 2) y su abundancia varía con la época del año, siendo las más vulnerables al manejo forestal. Sin embargo hay especies exclusivas en todos los ambientes, requiriéndose mayores estudios y técnicas específicas de conservación (Lencinas *et al.* 2001b). La diversidad de aves (Gráfico 2) presenta pocas variaciones en los *AA* respecto de los productivos, aunque la mayor riqueza se observa en los humedales y en bosques cercanos a pastizales, y la mayor densidad en bosques de ñire, variando marcadamente según calidad de sitio, horario y época del año considerados (Medina *et al.* 2000a, 2000b). Las especies observadas no son exclusivas de un determinado ambiente, pero pueden estar íntimamente vinculados (churrín con el humedal), o desplazarse durante el día, alimentándose en los bosques por la mañana y yendo a los ambientes más protegidos durante la tarde (cabecita negra). Las técnicas de análisis multivariado clarifican las relaciones entre ambientes, siendo los *BP* disímiles del resto, y quedando los ambientes de borde y los húmedos agrupados de acuerdo a su homogeneidad interna (Figura 2) (Lencinas *et al.* 2001c).

**Figura 2. Dendrograma de clasificación de ambientes asociados y bosques productivos.**  
**Figure 2.** Classification dendrogram of associated environments and timber forests.

*L*: bosques de lenga en terreno plano; *BLML*: bosques de lenga en media ladera; *BL*: bordes de bosque de lenga con pastizales; *Ñ*: bosques de ñire; *R*: márgenes de arroyos; *H*: humedales.



## CONCLUSIONES

El mantenimiento de la biodiversidad debería ser uno de los objetivos prioritarios en el manejo forestal (Christensen y Emborg 1996), basado en la sustentabilidad y la concordancia con el ambiente (Burel *et al.* 1998). La aplicación regional de la corta de protección homogeneiza peligrosamente las masas resultantes (Schmidt y Urzúa 1982; Martínez Pastur *et al.* 2000) afectando la diversidad original, siendo necesario implementar acciones que conduzcan a la conservación de los ecosistemas (Niemela 1997) orientadas hacia el máximo beneficio social y económico, y basadas en un equilibrio de opinión (Haight 1995). El mantenimiento de los *AA* como áreas no intervenidas junto con otras alternativas de manejo no tradicionales, son acciones que pueden contribuir a la conservación. Potencialmente podrían actuar como reservorios de flora y fauna frente a los disturbios generados por el aprovechamiento forestal en los *BP*, a partir de los cuales las especies más afectadas recolonizarían las áreas impactadas y se recuperarían los procesos ecológicos. Actuarían como amortiguadores del cambio ambiental, mejorando la conservación de especies a nivel de paisaje. Además, implica bajos costos para las empresas, y la consideración de otros objetivos dentro de la planificación, tales como regulación del balance hídrico, control de la erosión de cuencas, refugio para la vida silvestre, y protección y mejora de la calidad de vida en zonas urbanas. Dado que en Tierra del Fuego argentina aún existen bosques que nunca han sido explotados, de implementarse estas prácticas se tendría la ventaja de aplicarlas a lugares no intervenidos (Fahrig 1997) y no a sistemas que ya han sido modificados antrópicamente.

## BIBLIOGRAFÍA

BUREL, F; J Baudry; A Butet; P Clergeau; Y Delettre; D Le Coeur; F Dubs; N Morvan; G Paillat; S Petit; C Thenail; E Brunel; J Lefeuvre. 1988. Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. *Acta Oecologica* 19:47-60.

- CALDENTEY, J; M Ibarra; J Hernández 2001. Litter fluxes and decomposition in *Nothofagus pumilio* stands in the region of Magallanes, Chile. For. ecol. manage. 148:145-157.
- CHRISTENSEN, M; J Emborg 1996. Biodiversity in natural versus managed forest in Denmark. For. ecol. manage. 85:47-51.
- DEFERRARI, G; C Camilión; G Martínez Pastur; P Peri. 2001. Changes in *Nothofagus pumilio* forest biodiversity during the forest management cycle: 2. Birds. Biodivers. conserv. 10:2093-2108.
- FAHRIG, L. 1997. Relative effects of habitat loss and fragmentation on population extinction. J. wildl. manage. 61:603-610.
- FERNÁNDEZ, C; G Martínez Pastur; P Peri; R Vukasovic. 1997. Thinning schedules for *Nothofagus pumilio* forest in Patagonia, Argentina. XI Congr. Ftal. Mundial. Vol3:D. Función productiva de los bosques. Antalya (Turquía).
- FERNÁNDEZ, C; G Staffieri; G Martínez Pastur; P Peri. 1998. Cambios en la biodiversidad del sotobosque a lo largo del ciclo del manejo forestal de la lenga. I Congr. Latinoam IUFRO. Valdivia (Chile).
- HAIGHT, R. 1995. Comparing extinction risk and economic cost in wildlife conservation planning. Ecol. appl. 5:767-775.
- LENCINAS, MV; G Martínez Pastur; P Peri; C Fernández 1998. Patrones de espaciamiento en bosques de lenga de Tierra del Fuego. I Congr. Latinoam IUFRO. Valdivia (Chile).
- LENCINAS, MV; G Martínez Pastur; C Busso; P Rivero. 2001a. Frecuencia de ocurrencia de especies del sotobosque en bosques de *Nothofagus pumilio* de Tierra del Fuego (Argentina). XX RAE. Bariloche. Pp.145.
- LENCINAS, MV; G Martínez Pastur; C Busso. 2001b. Diversidad de lepidópteros en ambientes asociados al bosque productivo de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego. V Congr. Latinoam Ecol. Jujuy (Argentina).
- LENCINAS, MV; G Martínez Pastur; C Busso; O Bravo. 2001c. Relaciones entre bosques asociados y productivos en Tierra del Fuego mediante análisis de especies del sotobosque. Boletín de la Soc. Arg. Bot. 36, suplemento. Pp.95.
- MARIOTTINI, Y; MV Lencinas; G Massaccesi; E Gallo; I Gamondès; L Larralde; G Martínez Pastur. 2002. Cambios en la diversidad del sotobosque de *Nothofagus pumilio* debido a la aplicación de una corta de protección a lo largo del gradiente de calidades de sitio. I Congr. Chileno Cs. Fles. Santiago (Chile).
- MARTÍNEZ PASTUR, G; P Peri; C Fernández; G Staffieri; D Rodríguez 1999. Desarrollo de la regeneración a lo largo del ciclo del manejo forestal de un bosque de *Nothofagus pumilio*: 2. Incidencia del ramoneo de *Lama guanicoe*. Bosque 20:47-53.
- MARTÍNEZ PASTUR, G; JM Cellini; P Peri; R Vukasovic; C Fernández 2000. Timber production of *Nothofagus pumilio* forests by a shelterwood system in Tierra del Fuego (Argentina). For. ecol. manage. 134:153-162.
- MARTÍNEZ PASTUR, G; JM Cellini; MV Lencinas; R Vukasovic; R Vicente; F Bertolami; J Giunchi. 2001. Modificación del crecimiento y de la calidad de fustes en un raleo fuerte de un rodal en fase de crecimiento óptimo inicial de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser. Ecología Austral 11:95-104.
- MAZZARINO, M; M Bertiller; T Schlichter; M Gobbi 2000. Nutrient cycling in Patagonian ecosystems. Ecología Austral 8:167-181.
- MEDINA, SM; MV Lencinas; G Martínez Pastur; R Vukasovic; P Rivero. 2000a. Abundancia y biodiversidad de especies de Aves en bosques productivos de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego: Implicancias en el manejo forestal. IX CIBIOZV. Buenos Aires. 108-109.

- MEDINA, SM; MV Lencinas; P Rivero; F Rojas Molina; R Sottini; R Vukasovic; G Martínez Pastur; C Busso. 2000b. Regulación de superficies por abundancia de aves en la planificación del manejo forestal en bosques de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego. VII Jor. Cs. Nat. Litoral. Santa Fe (Argentina). Pp.28.
- NIEMELA, J. 1990. Habitat distribution of carabid beetles in Tierra del Fuego, South America. *Entomologica Fennica* 29:3-16.
- NIEMELA, J. 1997. Invertebrates and boreal forest management. *Conserv. Biol.* 11:601-610.
- RICHTER, L; J Frangi. 1992. Bases ecológicas para el manejo del bosque de *Nothofagus pumilio* de Tierra del Fuego. *Rev. Fac. Agr., La Plata (Argentina)*. Tomo 68:32-52.
- RIVERO, P; MV Lencinas; S Medina; F Rojas Molina; R Sottini; G Martínez Pastur; M Marozzi; C Busso. 2000a. Variación en el sotobosque de los ambientes asociados al bosque productivo de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego: 1. Riqueza de especies. VII Jor. Cs. Nat. Litoral, Santa Fe (Argentina). Pp.75.
- RIVERO, P; MV Lencinas; S Medina; F Rojas Molina; R Sottini; G Martínez Pastur; M Marozzi; C Busso. 2000b. Variación en el sotobosque de los ambientes asociados al bosque productivo de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego: 2. Abundancia y biomasa. VII Jor. Cs. Nat. Litoral. Santa Fe (Argentina). Pp.76.
- SCHMIDT, H; A Urzúa. 1982. Transformación y Manejo de los Bosques de Lengua en Magallanes. Universidad de Chile. Cs. Agr. N° 11.62 pp.
- SOLERVICENS, J. 1995. Entomology. Informe del Subproyecto 94-14. Proyecto Río Cóndor (Chile). 79 pp.
- SPAGARINO, C; G Martínez Pastur; P Peri. 2001. Changes in *Nothofagus pumilio* forest biodiversity during the forest management cycle: 1. Insects. *Biodivers. Conserv.* 10:2077-2092.
- VEBLEN, T. 1979. Structure and dynamics of *Nothofagus* forests near timberline in South-central Chile. *Ecology* 60:937-945.