

Diversidad de lepidópteros en bosques aprovechados: variación en el corto plazo por aplicación de retención variable[†]

Lepidoptera diversity in harvested forests: short term variation
due to variable retention application

***María Vanessa Lencinas**, *Guillermo Martínez
Pastur**, *Juan Manuel Cellini***, *Emilce Gallo****, *Carlos
Alberto Busso*******

Resumen

La cosecha tradicional afecta la biodiversidad original del bosque, principalmente a los insectos. Los sistemas de regeneración con retención variable se proponen para mejorar la conservación en bosques intervenidos, siendo los lepidópteros buenos indicadores. El objetivo fue evaluar variaciones en la diversidad luego de implementarse distintos sistemas de regeneración en bosques de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego (Argentina). En 50 ha se ensayaron tres sistemas con retención: agregada-RA, dispersa-RD y combinada-RC, que se compararon con un bosque primario-BP, y

Recibido: 19/08/2009. Aceptado: 23/09/2009
Autor para correspondencia: María Vanessa Lencinas.

[†] Este trabajo fue realizado con fondos otorgados por la Dirección de Bosques de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (Proyecto PIARFON BIRF 4085-AR).

*Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET). Av. Houssay 200 (9410) Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina. E-mail: vlencinas@cadic.gov.ar; cadicforestal@gmx.net

**Universidad Nacional de La Plata. Diag. 113 y 118 (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina. E-mail: jmc@agro.unlp.edu.ar

***Administración de Parques Nacionales. Delegación Parque Nacional Tierra del Fuego. (9410) Ushuaia, Argentina. E-mail: egallo@apn.gov.ar

****Universidad Nacional del Sur. San Andrés 800 (8000) Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. E-mail: cebusso@criba.edu.ar

se evaluaron durante cuatro años (línea base antes del corte y capturas en veranos posteriores), mediante un sistema de trampeo de amplio espectro. Se analizaron 4328 individuos pertenecientes a 38 morfoespecies (división Heterocera). Las abundancias y riquezas variaron anualmente, siendo máximas después del corte y mínimas antes de la misma. La riqueza no varió entre BP (35 morfoespecies) y los rodales intervenidos (31-35 morfoespecies), siendo muy bajo el impacto debido a la incorporación de morfoespecies (1 RA y RC, 2 RD). Existió mayor similitud entre BP y RC, seguido de RD y RA. No existieron variaciones significativas de diversidad de lepidópteros en el corto plazo después del corte, siendo RC el que mejor conservó la diversidad original de BP.

Palabras clave: pérdida de especies, conservación, *Nothofagus pumilio*, silvicultura, Tierra del Fuego.

Abstract

Traditional harvesting affects the original forest biodiversity, mainly on insects. Several regeneration systems with retention have been proposed to improve the conservation capacity of harvested forest. These were not evaluated, being the Lepidoptera good indicators. The objective was to evaluate diversity variations after the implementation of several regeneration systems in *Nothofagus pumilio* forests of Tierra del Fuego (Argentina). In 50 ha were assayed three regeneration systems with aggregated-RA, dispersed-RD and combined-RC retention, compared to a primary forest-BP. It was evaluated during four years, carrying out a base-line before cut and captures in following summers. A wide-spectrum trap set was employed. 4328 individuals were analyzed belonging to 38 morpho-species (Heterocera division). The abundance and diversity varied annually, being maximum after the cut and minimum before the interventions. Diversity did not varied between BP (35 morpho-species) and the harvested stands (31-35 morpho-species), being very low the impact due to the new morpho-species incorporation (1 RA and RC, 2 RD). BP and RC were the most similar treatments, followed by RD and RA. Few Lepidoptera variations were detected during the first years after the cut, being RC the treatment which better conserved the original diversity of BP.

Key-words: conservation, forestry, *Nothofagus pumilio*, species loss, Tierra del Fuego.

INTRODUCCIÓN

Los insectos son los principales componentes de la mayoría de los ecosistemas y actúan en roles primordiales de los procesos ecosistémicos (8). Abarcan una gran diversidad en los bosques de *Nothofagus pumilio* (Poeppl. et Endl.) Krass. (7, 17, 18), detectándose entre 100 y 200 especies en los rodales productivos de Tierra del Fuego (27, 28). El conocimiento sobre la taxonomía y autoecología de estas especies es muy escaso, pero se sabe que muchas de ellas son endémicas y relictuales, de significativa importancia para la conservación (9, 17, 27) y de probada utilidad para definir regiones biogeográficas (18, 24). Los lepidópteros son uno de los órdenes más importantes de estos bosques (10, 13, 27, 28), y varias especies, *i.e.* *Automeris* Hübner spp. y *Chilecomadia valdiviana* Phil. (3, 10, 22) atacan a *N. pumilio*, aunque no han sido registrados daños importantes (29). Este grupo constituye una herramienta útil para estudios de impacto, ya que provee valores relativamente fáciles de obtener, sensibles y de bajo costo para medir los efectos del estrés antropogénico en la biodiversidad y los ambientes (8). Asimismo, tienen tiempos de reproducción relativamente cortos y son muy sensibles a los cambios locales (30), lo que se observó en estudios en ambien-

tes no productivos asociados a rodales productivos, donde al menos cinco morfoespecies fueron encontradas en dichos sitios en forma exclusiva (13).

La cosecha forestal tradicional aplicada en Tierra del Fuego a los bosques de *Nothofagus pumilio* (26) afecta significativamente a la biodiversidad original (4, 15, 28), principalmente por los cambios que genera en la estructura del dosel forestal y por la homogeneización del paisaje a gran escala. La entomofauna es una de las más afectadas, ya que se pierde en promedio una especie cada 11 años a lo largo del ciclo del manejo forestal (28). Además, su abundancia sufre una explosión en las primeras etapas de crecimiento de la regeneración arbórea, y luego decrece gradualmente en etapas posteriores. Como alternativas para mitigar el impacto de estas intervenciones se han propuesto sistemas de regeneración con distintos grados y formas de retención, que pueden conservar parte de la estructura del bosque original en pie por más de un turno o ciclo de manejo (6). Estas prácticas están orientadas a mejorar la capacidad de conservación de los rodales aprovechados, manteniendo sectores no intervenidos y/o individuos intocables dentro de la estructura del bosque productivo afectado (5), debiendo evaluarse su aplicabilidad en Tierra del Fuego. Es por ello, que el objetivo

de este trabajo fue evaluar las variaciones sobre la diversidad (riqueza y abundancia) de lepidópteros antes de realizarse la corta en un gradiente de calidades de sitio, y durante los tres primeros años luego de implementarse distintos sistemas de regeneración en bosques primarios de *N. pumilio* en Tierra del Fuego (Argentina).

Materiales y métodos

La muestra se obtuvo en una parcela experimental de 50ha de un bosque puro de *Nothofagus pumilio*, ubicada en la estancia San Justo (54° 05' S, 68° 37' O), Tierra del Fuego - Argentina. El bosque original tenía un área basal de 65-75m²/ha, 400-600 ind/ha, 40-45cm DAP y 680-780m³/ha de volumen total. En dicha área se ensayaron tres sistemas de regeneración: retención agregada (RA) dejando un 30% del bosque en forma de agregados circulares, a razón de uno por hectárea; retención dispersa (RD) dejando 20-30m²/ha de árboles maduros homogéneamente distribuidos a lo largo de toda la superficie; y un tratamiento combinado (RC) que incluye agregados de retención y 10m²/ha de retención dispersa entre los mismos. Asimismo, se conservó sin intervenir una parte de la superficie del bosque primario (BP), a modo de testigo, para comparar lo con los sectores de bosque intervenidos.

La diversidad de lepidópteros

se evaluó durante el verano de cuatro años sucesivos, realizándose una línea base antes de la corta a lo largo de un gradiente de calidades de sitio, de acuerdo a la clasificación propuesta por Martínez Pastur *et al.* (16), y capturas en los tres primeros años después de la cosecha. El sistema de trapeo utilizado estuvo compuesto por trampas de luz fluorescente negra y blanca fría (21, 25) ubicadas en un gradiente de alturas, a nivel del sotobosque y a ³/₄ de la altura total del dosel forestal. Cada trampa poseía una réplica y se mantuvo por dos días en cada tratamiento. Las trampas se distribuyeron aleatoriamente en las cercanías del centro geográfico de los rodales representativos para cada tratamiento. El agente de retención utilizado fue agua con algunas gotas de formol como conservante y detergente comercial para romper la tensión superficial.

Las capturas fueron cuantificadas y clasificadas a nivel de morfoespecies. Una morfoespecie es una unidad taxonómicamente reconocible que difiere claramente de otros por características morfológicas conspicuas y fácilmente separables (2, 19, 23). Su utilización ha sido propuesta en reemplazo de las especies verdaderas, ya que constituye una técnica rápida de evaluación de biodiversidad (19, 20). Esta técnica ha sido utilizada exitosamente en bosques de

N. pumilio en Tierra del Fuego (13, 14, 28). La riqueza y abundancia obtenidas se compararon mediante estudios de correlación y multivariados, usando para ello un ordenamiento por DCA (*Detrended Correspondence Analysis*) sin ponderación de especies raras y una clasificación mediante enlace completo y cálculo por distancias euclidianas. Para los análisis fueron utilizados los programas Statgraphics Plus 4.0 (Statistical Graphics Corp., Manugistics Inc., Maryland, USA) y PC-ORD (McCune y Mefford 1999).

Resultados y discusión

Se analizaron 4437 individuos pertenecientes a 38 morfoespecies de la división Heterocera. Estos valores fueron similares a los registrados en otros estudios en Tierra del Fuego, habiéndose encontrado 37 morfoespecies de la misma división en la zona central del sector argentino de Tierra del Fuego (13). La extensión del período de muestreo a

las horas de la noche y no solo durante el día, permitió capturar abundantes especies de lepidópteros nocturnos y mejorar enormemente las estimaciones de diversidad (1). Las abundancias y riquezas totales variaron a lo largo de los años (Cuadro 1), siendo máximas inmediatamente después de producida la corta (36 morfoespecies en 2002) y mínimas antes de realizarse la misma (21 morfoespecies en 2001). Ambas variables se correlacionaron positivamente ($r^2 = 0,899$) luego de estandarizar los valores de acuerdo a los días de muestreo realizados cada año, pudiendo asociarse estos cambios a fluctuaciones anuales en los tamaños poblacionales. Aunque dichos aumentos poblacionales se debieran en gran parte a especies defoliadoras en etapas larvales de su ciclo de vida, estas no representarían un riesgo para el recurso, ya que por ser *Nothofagus pumilio* una especie caducifolia, resiste mejor la presión de la herbivoría (10).

CUADRO 1.

RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE LEPIDÓPTEROS SEGÚN EL AÑO DE MUESTREO.

Año	Riqueza	Abundancia	Días de muestreo
2001	21	302	9
2002	36	1936	8
2003	30	1301	8
2004	32	898	8

Año	Riqueza	Abundancia	Días de muestreo
Total	38	4437	33

En el bosque primario sin intervención, la riqueza de lepidópteros fue similar en distintas calidades de sitio (Cuadro 2), compartiéndose entre todos ellos aproximadamente dos tercios de las especies observadas (Figura 1). De las especies restantes, dos fueron exclusivas de las mejores calidades de sitio (L21 y L33) y dos de la peor (L3 y L4), mientras que en sitios de calidad intermedia las especies exclusivas fueron cuatro (L27, L29, L30 y L36), y el resto se compartió entre pares de calidades de sitio. Las abundancias en cambio (Cuadro 2), fueron diferentes en sitios de distintas calidades, siendo mucho mayores bajo doseles medianamente altos y muy altos. Por otra parte, la riqueza específica total del bosque primario, considerando los muestreos de todos los años, fue mayor que las obtenidas por separado. Esto podría deberse a: (a) fluctuaciones anuales de los tamaños poblacionales de ciertas morfoespecies (como L1, L3 o L9), que en ocasiones fueron muy abundantes y en otras solo estuvieron representadas por un ejemplar, o (b) baja frecuencia de ocurrencia de morfoespecies que usualmente habitan los bosques, por lo que muy raramente

se capturaron en los muestreos o se colectaron pocos individuos independientemente de los años (como L10, L37 o L41). Respecto de la abundancia en el bosque primario (Cuadro 2) se observaron fluctuaciones anuales importantes, llegando en los mejores años a sextuplicar la de los años más pobres.

Contrariamente a lo esperado, en los rodales intervenidos se observó igual o menor riqueza que en el bosque primario (Cuadro 2) perdiéndose de 2 a 5 morfoespecies de las existentes en el sistema original e incorporándose una o dos según el tratamiento considerado (Figura 1, página xx). Las morfoespecies que se perdieron en los rodales aprovechados respecto del bosque primario fueron L23 y L43 en RD; L7, L10, L23, L44 y L45 en RC; y L16, L27 y L43 en RA. Las que se incorporaron luego de la intervención fueron L6 y L17 en RD; L46 en RC; y L17 en RA.

Cabe destacar que en RC todas las morfoespecies observadas los dos primeros años luego de producida la corta fueron propias del bosque primario (Cuadro 2), incorporándose una morfoespecie distinta recién en el año 2004. En cambio, en los

CUADRO 2.
RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE LEPIDÓPTEROS SEGÚN LA CALIDAD DE SITIO Y EL SISTEMA DE REGENERACIÓN IMPLEMENTADO. ENTRE PARENTÉSES: RIQUEZAS Y ABUNDANCIAS COMUNES CON EL BOSQUE PRIMARIO.

Año	Sitio I-II		Sitio III		Sitio IV-V		RA
	Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza	
2001	14	108	15	135	15	59	
Año	BP		RD		RC		RA
	Riqueza	Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza	Abundancia	
2001	21	302	--	--	--	--	--
2002	25	681	344 (339)	27 (27)	323 (323)	29 (28)	588 (586)
2003	27	416	608 (605)	17 (17)	110 (110)	23 (23)	167 (167)
2004	20	115	328 (327)	21 (20)	267 (266)	26 (26)	188 (188)
Total	35	1514	1280 (1271)	31 (30)	700 (699)	33 (32)	943 (941)

Calidades de sitio de acuerdo a Martínez Pastur et al. (20). BP: bosque primario; RD: retención dispersa; RC: retención combinada; RA: retención agregada.

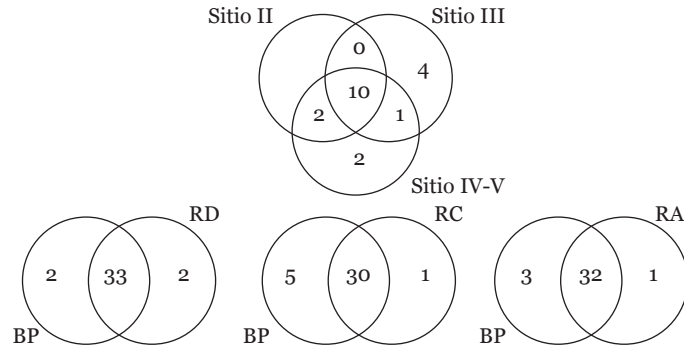


Figura 1. Solapamiento de morfoespecies entre calidades de sitio y sistemas de regeneración. Calidades de sitio de acuerdo a Martínez Pastur et al. (20). BP: bosque primario; RD: retención dispersa; RC: retención combinada; RA: retención agregada.

otros sistemas silvícolas ensayados (RD y RA), la incorporación de especies se observó desde el año inmediato posterior a la corta, disminuyendo además la capacidad de conservación de especies propias de los bosques.

Los dos tipos de trampa utilizados capturaron similares valores de riqueza de lepidópteros en todos los ambientes (Cuadro 3), excepto en RA donde las trampas de luz negra atrajeron 8 morfoespecies más que las de luz blanca. En el resto de los ambientes, y en ambos estratos, la mayor parte de las especies fueron capturadas indistintamente por trampas de luz negra o blanca. La abundancia, sin embargo, siempre fue mayor en las trampas de luz negra, abarcando entre el 59% y el 68% de las capturas en los distintos ambientes. Estos resultados concordaron con las observaciones

de Lencinas (11), quien capturó mayor riqueza y abundancia de lepidópteros en trampas de luz negra. Respecto de los niveles dentro del dosel, y tal como fue observado por Lencinas (11), la riqueza en términos generales fue mayor en el sotobosque que en las copas en casi todos los ambientes (Cuadro 3), excepto en RA donde esta fue similar en ambos estratos. Esto se debería tanto a que el sistema de retención agregada afecta la composición y el desarrollo del sotobosque, modificando las características microclimáticas propias del bosque sin intervención y por ende a las especies que lo habitan, como a que favorece el ingreso a las copas de especies de otros ambientes, aumentando tanto su riqueza como su abundancia. Por otra parte, las especies compartidas entre estratos fueron una alta propor-

CUADRO 3. RIQUEZA Y ABUNDANCIA EN DISTINTOS SISTEMAS DE REGENERACIÓN SEGÚN TIPO DE TRAMPA Y GRADIENTE VERTICAL DENTRO DEL DOSEL FORESTAL. EL PRIMER VALOR ENTRE PARENTESIS INDICA LA RIQUEZA COMPARTIDA ENTRE NIVELES PARA UNA MISMA TRAMPA, MIENTRAS QUE EL SEGUNDO SE REFIERE A LA RIQUEZA COMPARTIDA ENTRE TRAMPAS PARA UN MISMO NIVEL DENTRO DEL DOSEL FORESTAL.

Tratamiento	Nivel respecto del dosel forestal	Luz blanca		Luz negra		Total	
		Riqueza	Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza	Abundancia
BP	Copas	23(20,20)	20%	20(19,20)	22%	23	42%
	Sotobosque	26(20,23)	20%	30(19,23)	37%	33	57%
	Total	29	40%	31	59%	35	100%
RD	Copas	17(17,14)	4%	20(20,14)	56%	23	60%
	Sotobosque	31(17,29)	28%	33(20,29)	12%	35	40%
	Total	31	32%	33	68%	33	100%
RC	Copas	16(8,13)	9%	18(17,13)	54%	21	63%
	Sotobosque	13(8,13)	25%	28(17,13)	12%	28	37%
	Total	21	34%	29	66%	31	100%

BP: bosque primario; RD: retención dispersa; RC: retención combinada; RA: retención agregada.

ción de la riqueza de cada uno de ellos, independientemente del tipo de trampa utilizado, salvo para RC en la luz blanca, donde solo la mitad de las especies estuvieron en los dos estratos. La abundancia, en cambio, solo

fue mayor a nivel del sotobosque en el bosque primario, ya que en RD y en RC fue mayor en las copas, mientras que en RA fue similar en los dos niveles de altura dentro del dosel.

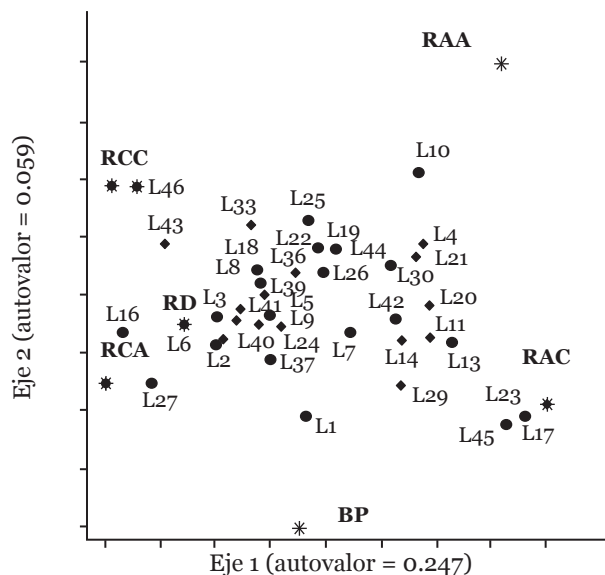


Figura 2. Ordenamiento de los sistemas de regeneración por abundancia de lepidópteros. BP: bosque primario; RD: retención dispersa; RCC: centro de agregados en retención combinada; RCA: exterior de agregados en retención combinada; RAC: centro de agregados en retención combinada; RAA: exterior de agregados en retención combinada.

El ordenamiento simultáneo de los sitios de muestreo y las especies (Figura 2) ubica al área fuera de los agregados del sistema de retención agregada pura (RAA) en la posición más alejada respecto de BP, dejando al resto de los tratamientos en el espacio intermedio. De esta forma, el eje 1 se asocia principalmente a la

forma de la retención, separando a la retención agregada (a la derecha) de la dispersa (a la izquierda). El eje 2 en cambio, se relaciona con el grado de apertura del dosel desde la situación original de BP donde no hay mayores aperturas (abajo) hasta el área fuera de los agregados en RA (arriba), que es similar a una

tala rasa. Complementariamente, la clasificación (Figura 3) reflejó una mayor similitud entre BP y RC, grupo que a su vez fue más parecido a RD que a RA. De esta forma, ambos análisis demostrarían que las mayores

diferencias en abundancia de morfoespecies de lepidópteros con BP se producirían en RA, siendo la retención combinada el sistema de regeneración que mejor conserva las condiciones del bosque original.

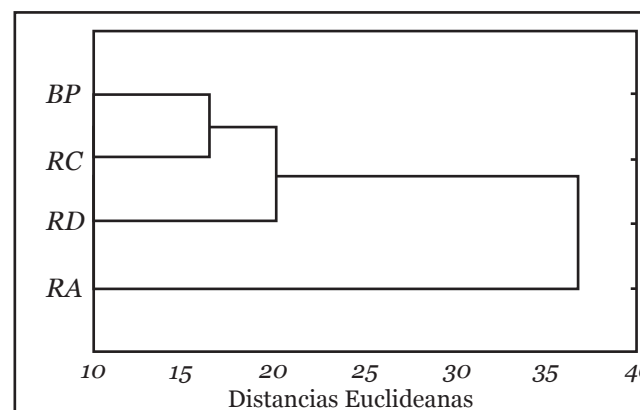


Figura 3. Clasificación de los sistemas de regeneración en base a la abundancia de lepidópteros. BP: bosque primario; RD: retención dispersa; RC: retención combinada; RA: retención agregada.

La abundancia de los lepidópteros no solo se encuentra relacionada a los cambios en la estructura forestal, sino que es afectada por las variaciones que se producen en las poblaciones de las especies que los consumen. Existe una marcada correlación entre la abundancia de los insectos y las variaciones que se producen por el manejo forestal entre otros grupos poblacionales (4). Es posible que la diversidad y abundancia de lepidópteros esté regulada por las poblaciones de aves, princi-

palmente de Passeriformes, que presentan variaciones importantes dentro del bosque luego de las intervenciones (12). Los resultados obtenidos en este trabajo, deberían ser complementados con este tipo de estudios, analizando conjuntamente los cambios entre los distintos componentes del bosque.

CONCLUSIONES

Las especies de lepidópteros más abundantes en los bosques de *Nothofagus pumilio* perte-

necen a la división Heterocera, y no presentan variaciones de diversidad entre calidades de sitio, por cuanto el valor de conservación entre distintos rodales productivos no varía significativamente. El manejo forestal produce cambios importantes en la abundancia, afectando a unas pocas especies del bosque original que desaparecen después de la corta. Los sistemas de retención agregada permiten mantener sectores del bosque conservando las condiciones originales del ecosistema. Estos sectores presentan una diversidad y abundancia de lepidópteros que son más similares al bosque primario que los sectores intervenidos. Es por ello, que su

aplicación mejora las cualidades de conservación de los bosques aprovechados en relación con la aplicación de sistemas tradicionales, *i.e.* la corta de protección.

Agradecimientos

A Isabel Gamondés Moyano, Lucas Larralde, Yanina Mariottini, Florencia González Otharín, Carolina Llavallol, Rosana Solán e Ignacio Mundo por su colaboración en las tareas de campo. A Ricardo Vukasovic, Ramiro Vicente, Boris Díaz, Emiliano Walter y Marcelo Brouver por su participación invaluable en la realización de las cortas de los distintos sistemas de aprovechamiento.

LITERATURA CITADA

- 1 Basset, Y. 1999. Diversity and abundance of insect herbivores foraging on seedlings in a rainforest in Guyana. *Ecol. Entomol.* Vol. 24, 245-259.
- 2 Basset, Y., V. Novotny, S. E. Miller y R. Pyle. 2000. Quantifying biodiversity: experience with parataxonomists and digital photography in Papua New Guinea and Guyana. *BioScience* Vol. 50, N° 10, 899-908.
- 3 Bauerle, P., P. Rutherford y D. Lanfranco. 1997. Defoliadores de roble (*Nothofagus oblicua*), raulí (*N. alpina*) y lenga (*N. pumilio*). *Bosque* Vol. 18, N° 2, 97-107.
- 4 Deferrari, G., C. Camilión, G. Martínez Pastur y P. Peri. 2001. Changes in *Nothofagus pumilio* forest biodiversity during the forest management cycle: Birds. *Biodiv. Conserv.* Vol. 10, N° 12, 2093-2108.
- 5 Franklin, J. 1993. Preserving biodiversity: Species, ecosystems or landscapes? *Ecol. Appl.* Vol. 3, 202-205.
- 6 Franklin, J. y R. Forman. 1987. Creating landscape patterns

- by forest cutting: Ecological consequences and principles. *Landsc. Ecol.* Vol. 1, 5-18.
- 7 Gentili, M. y P. Gentili. 1988. Lista comentada de los insectos asociados a las especies sudamericanas del género *Nothofagus*. *Mon. Ac. Nac. Cs. Exactas, Físicas y Nat. Bs. As.* Vol. 4, 85-106.
 - 8 Kim, K. 1993. Biodiversity, conservation and inventory: why insects matter. *Biodiv. Conserv.* Vol. 2, 191-214.
 - 9 Lanfranco, D. 1977. Entomofauna asociada a los bosques de *Nothofagus pumilio* en la región de Magallanes. 1° parte: Monte Alto (Río Rubens, Última Esperanza). *An. Inst. Patagonia*, Vol. 8, 319-346.
 - 10 Lanfranco, D. 1991. Sinopsis de los insectos que atacan bosques de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl. Krass.)) en Magallanes. *An. Inst. Patagonia, Serie Cs. Nat.* Vol. 20, 89-93.
 - 11 Lencinas, M. V. 2005. Biodiversidad en el bosque productivo de *Nothofagus pumilio* y sus ambientes asociados en Tierra del Fuego. Tesis Doctoral. Univ. Nac. del Sur (Argentina).
 - 12 Lencinas, M. V., E. Gallo, G. Massaccesi, Y. Mariottini, I. Gamondés, L. Larralde, G. Martínez Pastur y C. Busso. 2002. Modificación de la diversidad de aves frente a diferentes cortas de regeneración en bosques de *Nothofagus pumilio*. I Congr. Chileno de Ciencias Forestales, Santiago (Chile), p. 90.
 - 13 Lencinas, M. V., G. Martínez Pastur y C. Busso. 2001. Diversidad de lepidópteros en ambientes asociados al bosque productivo de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego. V Congr. Latinoam. Ecol., Jujuy (Argentina), 15-19 de octubre.
 - 14 Lencinas, M. V., G. Martínez Pastur, J. M. Cellini, C. Busso y E. Gallo. 2003. Manejo forestal sustentable en Patagonia: decisiones basadas en la biodiversidad. XII Congr. For. Mundial, Québec (Canadá), 21-28 de septiembre.
 - 15 Martínez Pastur, G., P. Peri, M. C. Fernández, G. Staffieri y M. V. Lencinas. 2002. Changes in understory species diversity during the *Nothofagus pumilio* forest management cycle. *J. For. Res.* Vol. 7, N° 3, 165-174.
 - 16 Martínez Pastur, G., P. Peri, R. Vukasovic, S. Vaccaro y V. Piriz Carrillo. 1997. Site index equation for *Nothofagus pumilio* Patagonian forest. *Phyton* Vol. 6, N° 1/2, 55-60.
 - 17 Mcquillan, P. 1993. *Nothofagus* (Fagaceae) and its invertebrate fauna – an overview and preliminary synthesis. *Biol. J. Linn. Soc.* Vol. 49, 317-354.

- 100 *María Vanessa Lencinas, Guillermo Martínez Pastur, Juan Manuel Cellini, Emilce Gallo y Carlos Alberto Busso*
- 18 Niemela, J. 1990. Habitat distribution of carabid beetles in Tierra del Fuego, South America. *Entomol. Fennica* Vol. 29, N° VI, 3-16.
- 19 Oliver, I. y A. J. Beattie. 1993. A possible method for the rapid assessment of biodiversity. *Conserv. Biol.* Vol. 7, N° 3, 562-568.
- 20 Oliver, I., A. Pik, D. Britton, J. Dangerfield, R. Colwell y A. Beattie. 2000. Virtual biodiversity assessment systems. *BioScience* Vol. 50, N° 5, 441-450.
- 21 Pastrana, J. A. 1985. Caza, preparación y conservación de insectos. Ed. El Ateneo.
- 22 Petersen, J. G. 1988. Chilecomadia valdiviana (Philippi) (Lepidoptera: Cossidae) asociado a Nothofagus pumilio (Poepp. et Endl Krasser) (Lenga) en la Región de Magallanes. *An. Inst. Patagonia, Serie Cs. Nat.* Vol. 18, 51-55.
- 23 Richardson, B. J., F. F. Azarbayjani, S. Burgin y S. Richardson. 1999. Arboreal arthropod biodiversity in woodlands: Effect of collection procedures and geographic distance on estimates of diversity found on two species of Melaleuca. *Australian J. Ecol.* Vol. 24, 544-554.
- 24 Roig-Juñent, S., J. V. Crisci, P. Posadas y S. Lagos. 2002. Áreas de distribución y endemismo en zonas continentales. En, *PrI-BES. Monografías Tercer Milenio*. Costa, Vanin, Lobo y Melic (Eds.). SEA, Zaragoza, España, Vol. 2, 247-266.
- 25 Ross, H. 1973. *Introducción a la entomología general y aplicada*. Ed. Omega, Barcelona.
- 26 Schmidt, H. y A. Urzúa. 1982. Transformación y Manejo de los Bosques de Lengua en Magallanes. *Cs. Agr.* N° 11, 62 p.
- 27 Solervicens, J. 1995. *Entomology. Informe del Subproyecto 94-14. Estudios de línea base: Proyecto Río Cóndor (Chile)*, 79 p.
- 28 Spagarino, C., G. Martínez Pastur y P. Peri. 2001. Changes in Nothofagus pumilio forest biodiversity during the forest management cycle: 1. *Insects. Biodiv. Conserv.* Vol. 10, 2077-2092.
- 29 Welch, R. 1988. Phytophagous insects on deciduous Nothofagus in Chile and Argentina. *Mon. Ac. Nac. Cs. Exactas, Físicas y Nat. Bs. As.* Vol. 4, 107-114.
- 30 Werner, S.M. y K.F. Raffa. 2000. Effects of forest management practices on the diversity of ground-occurring beetles in

- mixed northern hardwood forests of the Great Lakes Region. *For. Ecol. Manage.* Vol. 139, 135-155.
- 31 sistemas de regeneración. Calidades de sitio de acuerdo a Martínez Pastur et al. (20). BP: bosque primario; RD: retención dispersa; RC: retención combinada; RA: retención agregada.