

DINÁMICA DE REGENERACIÓN EN BOSQUES SECUNDARIOS SUBTROPICALES

NATURAL REGENERATION IN SUBTROPICAL SECONDARY FOREST

Silvia Holz¹
Guillermo Placci²

¹ Licenciada en Cs Biológicas, Carrera de Doctorado de Universidad de Buenos Aires, Facultad de Cs. Exactas y Naturales, Depto de Ecología, Genética y Evolución. E-mail: silviaholz@arnet.com.ar

² Doctor en Cs. Naturales, Coordinador del Programa de Conservación de Selva Paranaense, Fundación Vida Silvestre Argentina (FVSA)- Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). E-mail: vidasilvestre@arnet.com.ar

SUMMARY

Studies of secondary growth on abandoned agrarian system allow the identification of factors involved in vegetation recuperation and the mechanisms by which they act. The goal of this paper is to analyze the degree of recovery of structural parameters of abandoned crop and cattle field with different history of use, and to infer about the influence of different factors on secondary succession. Forest structure was studied in plots of secondary forest over a chrono-sequence in the north of Misiones province (Argentina). Forest plots were order by a Detrended Correspondence Analysis (DCA). The different factors influencing the secondary succession are discussed. Structural parameters of secondary forest over 20 to 30 years appear to be very similar to those of mature forest. Previous researches had reported similar conclusion for other tropical and subtropical forest.

Key words: Forest regeneration, Upper Paraná Atlantic Forest, secondary succession, secondary forest, subtropical forest.

RESUMEN

Los estudios de la sucesión secundaria en sistemas agropecuarios abandonados permiten identificar los diferentes factores involucrados en la recuperación de la vegetación y los mecanismos mediante los cuales éstos actúan. El objetivo de este trabajo es analizar el grado de recuperación de diferentes parámetros estructurales en campos agropecuarios con distintas historias de uso y hacer inferencias acerca de cuáles serían los factores que estarían favoreciendo o retardando la regeneración de la vegetación. Se realizaron censos de vegetación a lo largo de cronosecuencias de campos agropecuarios abandonados en el norte de la provincia de Misiones (Argentina). Los datos fueron analizados por medio de Detrended Correspondence Analysis (DCA). Se discuten los diferentes factores que estarían influyendo la trayectoria sucesional, y se plantea que entre los 20 y 30 años de abandono los parámetros estructurales de un bosque secundario presentan valores semejantes a los de un bosque maduro. Otros trabajos han reportado conclusiones similares para bosques tropicales y subtropicales.

Palabras claves: Regeneración de bosques, Bosque Atlántico del Alto Paraná, sucesión secundaria, bosques secundarios, bosques subtropicales.

INTRODUCCIÓN

El Bosque Atlántico del Alto Paraná ha sufrido una fuerte reducción durante las últimas décadas, hoy existe sólo cerca de 7 % de la cobertura boscosa original y los remanentes se encuentran altamente fragmentados (HOLZ y Placci, en prensa). Aproximadamente el 40 % de la cobertura original de bosque de la provincia de Misiones fue talado para realizar diversas actividades agropecuarias: ganadería, forestaciones con especies exóticas, cultivos de tabaco, té, yerba mate, etc. Debido a problemas principalmente de índole económica, muchos campos agropecuarios fueron abandonados en las últimas décadas, dando lugar a la formación de un mosaico de parches de bosques secundarios de diferentes edades.

Las características estructurales y florísticas de estos bosques secundarios dependen de factores ambientales, biogeográficos y del tipo e intensidad del disturbio al que fueron expuestos por el uso antrópico (BUDOWSKI, 1965; AIDE *et al.* 2000). Cuáles son específicamente los factores que más influyen en el proceso de recuperación de la vegetación depende del sistema en cuestión. Esto ha sido discutido en numerosos trabajos realizados en diferentes regiones, y se ha detectado que el tiempo de abandono, tipo de uso que tuvo el sistema, alta cobertura de pastos, presencia de árboles remanentes y cercanía a fuentes de semillas serían factores que estarían influyendo fuertemente la regeneración de bosques secundarios (GUEVARA *et al.* 1986; GRAU *et al.* 1997; HOLL *et al.* 2000; GUARIGUATA y Ostertag, 2001; FERGUSON *et al.* 2003). La composición florística de los bosques secundarios va cambiando con el transcurso del tiempo (LANG y Knight, 1983; FINEGAN, 1996; SALDARRIAGA *et al.*, 1998) y van tornando estructuralmente más complejos y con mayor biomasa (LUGO, 1998).

El análisis del grado de recuperación de diferentes parámetros estructurales en campos agropecuarios con distintas historias de uso permite hacer inferencias acerca de cuáles serían los factores que estarían favoreciendo o retardando la regeneración bosque. En este trabajo se analiza el cambio de diferentes parámetros estructurales a lo largo del tiempo en bosques secundarios generados en campos agropecuarios abandonados, y se discute acerca de los factores que estarían influyendo en la recuperación de la vegetación y el mecanismo mediante el cual estarían actuando.

MATERIALES Y MÉTODOS

Area de estudio

El área de estudio pertenece a la ecoregión de Bosque Atlántico del Alto Paraná, también llamada Selva Paranaense. El clima es subtropical húmedo sin estación seca marcada, con una precipitación anual de 2000 mm. y temperatura media anual de 20,3°C (CRESPO, 1982). El área pertenece al distrito de las Selvas Mixtas descrito por Cabrera (1976). Los sitios de muestreo están ubicados en el Departamento de Eldorado, en los municipios de “9 de julio” (26° 21´S, 54° 26´ W) y “Santiago de Liniers” (26° 22´S, 54° 21´ W).

Métodos

Se trabajó en campos privados, pertenecientes a pequeños productores, a quienes se entrevistó para conocer la historia de uso de los sitios. Para el muestreo se seleccionaron 12 sitios, antiguamente utilizados para actividades agropecuarias, con diferente tiempo de abandono y un bosque primario que había sido explotado mediante extracción selectiva de árboles. Las edades de abandono oscilaron entre 3 y 60 años. En cada sitio, los muestreos se realizaron mediante 2 transectas de 10 x 100 m, ubicadas en el interior del bosque, evitando los bordes de los fragmentos. Se consideraron tres categorías de tamaño: adultos (≥ 10 cm DAP), juveniles (≥ 3 cm de DAP y < 10 cm de DAP), renovales ($\geq 0,5$ m de altura y < 3 cm de DAP). Los árboles adultos se midieron en la totalidad de cada transecta, los juveniles

en 4 parcelas de 10x10 m y los renovales en 4 parcelas de 5x10 m. Dichas parcelas se ubicaron de manera sistemática a lo largo de cada transecta. En las dos primeras categorías se midió el DAP y la altura, y en la categoría renovales solamente la altura. El porcentaje de cobertura de especies no arbóreas en cada sitio fue calculado utilizando la escala de cobertura-abundancia de Braun-Blanquet modificada por VAN DER MAAREL (1979).

Análisis de datos

Los parámetros calculados fueron densidad (Individuos/Ha) y riqueza de especies para todas las categorías de tamaño, área basal (m^2/Ha) e índice de valor de importancia (IVI) para la categoría adultos. Los datos del IVI de los sitios con más de 8 años de abandono, fueron ordenados mediante Detrended Correspondence Analysis (DCA; HILL y Gauch, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Patrones de cambio en la estructura de la vegetación

A medida que aumentó la edad de abandono de los sitios, tal como es esperable, se incrementaron los valores de los parámetros estructurales de los bosques secundarios (**Gráfico 1**). A pesar de que se espera que en los bosques maduros haya una menor densidad de individuos adultos y de mayores diámetros que en los bosques más jóvenes, los valores registrados son sumamente bajos, debido a la extracción selectiva que sufrieron los bosques del área de estudio. Estos bosques intensamente explotados, presentan un dosel abierto y altas densidades de Bamúseas. Si bien en el área de estudio no se encontraron bosques primarios en buen estado de conservación, es factible realizar comparaciones con bosques mejor conservados de la ecoregión (**Tabla 1**), puesto que son similares en cuanto a composición de especies y estructura (CABRERA, 1976). Todos los parámetros de los bosques secundarios tienden a estabilizarse a partir de los 20-30 años de abandono y a partir de esa edad son relativamente similares a los de los bosques más maduros, aunque con mayores densidades de individuos (**Gráfico 1**, **Tabla 1**). Se han encontrado tendencias similares en bosques secundarios del trópico, en los cuales los parámetros estructurales pueden asemejarse rápidamente a los de los bosques maduros, si las tierras no fueron intensamente explotadas (UHL *et al.*, 1988; GUARIGUATA *et al* 1997).

Sitio	Densidad (Ind/Ha)	Area Basal (m^2/Ha)	Riqueza	Cita
Iguazú (Parque Nacional Iguazú) *	791	29.7	58	Placci y Georgis, 1993
Eldorado **	421	26.69	73	Holz <i>et al</i> , 2001
Gral Belgrano **	645	23.5	30	Holz, datos no publicados.

Tabla 1: Parámetros estructurales de bosques pertenecientes a la Ecoregión de Bosque Atlántico del Alto Paraná. *Individuos > a 5 cm de DAP; ** individuos > a 10 cm de DAP.

Table 1: Forests structural parameters of Upper Parana Atlantic Forest Ecoregion. *Individuals > 5 cm DBH, ** individuals > 10 cm DBH.

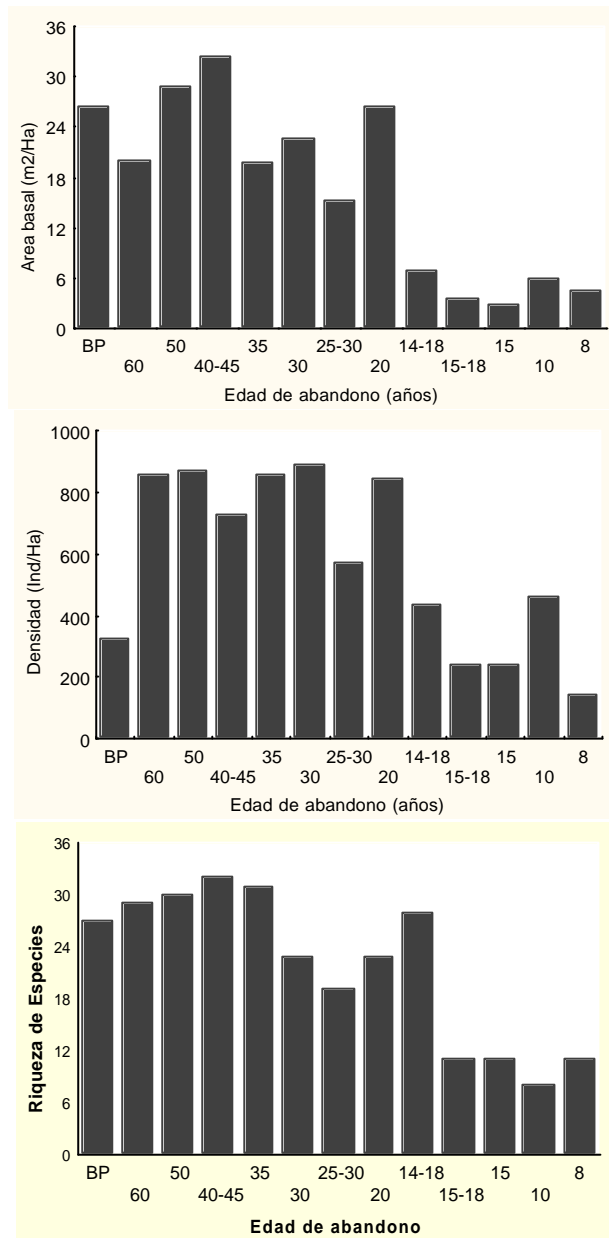


Gráfico 1: Parámetros estructurales (individuos mayores a 10 cm DBH) a lo largo de la cronosecuencia.
Graph 1: Structural parameters (individuals > 10 DBH) along chrono-sequence.

Las especies más abundantes fueron relativamente las mismas a lo largo de la cronosecuencia. Para analizar el comportamiento ecológico de las mismas se consideraron los grupos ecológicos propuestos por FERRETTI *et al* (1995). Especies iniciales secundarias y secundarias tardías como *Machaerium stipitatum* (D.C.) Vog. (Fariña), *Patagonula americana* L. (Guayubira), *Helietta apiculatta* Benth. (Canela de venado) y *Lonchocarpus leucantus* Burk. (Rabo itá) estuvieron entre las 5 más abundantes en la mayoría de los sitios (**Tabla 2**). No se encontraron patrones claros en cuanto al reemplazo de especies de diferentes grupos ecológicos a través de la cronosecuencia. El único patrón encontrado fue la presencia de individuos adultos de *H. balansae* (especie climáxica) únicamente en los sitios más maduros y de *Solanum verbascifolium* (pionera) en los sitios más jóvenes.

Uso - Edad de abandono Especie	BP	CA (60)	P (50)	P (40- 45)	P (35)	P (30)	Y (30)	P (20)	PI (14- 20)	Y (15- 18)	PI (15)	PI (10)	Y (8)
<i>Machaerium stipitatum</i> (D.C.) Vog.	25	35	65	25	5	35	5	40	5	10	15	0	5
<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burk.	20	0	205	60	0	35	0	7	5	95	5	0	5
<i>Patagonula americana</i> L.	15	50	65	155	5	0	40	47	25	5	0	0	0
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	15	450	75	80	0	145	25	193	0	0	10	0	0
<i>Luehea divaricata</i> C. Martius	5	35	10	5	0	0	30	87	5	0	20	0	0
<i>Ocotea puberula</i> Nees.	0	0	0	0	45	0	25	47	120	15	5	10	10
<i>Prunus</i> sp	5	5	0	0	5	0	0	7	15	5	0	10	20
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	5	5	5	120	5	185	0	133	0	0	0	0	0
<i>Nectandra megapotamica</i> (Sprengel) Mez	0	0	0	20	10	10	85	20	30	0	0	30	0
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	40	0	135	0	5	0	205	0	20	0	20	0	10
<i>Ruprechtia laxifolia</i> Meisn.	5	0	15	15	25	0	20	13	5	0	0	0	0
<i>Achatocarpus</i> sp	10	5	5	0	0	0	35	7	5	0	0	0	0
<i>Allophylus edulis</i> Radlk.	10	0	50	0	0	10	10	13	25	0	0	0	0
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	15	20	5	20	0	25	0	73	0	0	0	0	0
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	5	5	25	5	5	0	0	0	25	0	0	0	0
<i>Machaerium paraguayense</i> Hassler	5	0	30	40	15	5	0	13	0	0	0	0	0
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	0	0	0	0	20	5	0	13	15	5	0	130	0
<i>Albizia</i> sp	0	5	10	0	0	0	20	0	0	5	0	0	15
<i>Rollinia</i> sp	5	0	5	5	0	70	0	20	0	0	0	0	0
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Sprengel	25	0	15	10	0	5	5	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum verbascifolium</i> Dunal	0	0	0	0	0	0	10	0	30	15	0	10	10
<i>Casearia sylvestris</i> SW.	0	65	0	0	20	55	0	7	0	0	0	0	0
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz et Pav.) A. L. Juss	0	0	0	5	20	0	0	0	0	0	10	0	0
<i>Schinus</i> sp	0	0	0	0	10	0	0	0	0	55	0	0	55
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassm.	0	5	10	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0
<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. et Arn) Hassler	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	20	0
<i>Tabernaemontana australis</i> Muell. Arg.	0	15	0	0	0	175	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rapanea umbellata</i> (C. Martius) Mez	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
<i>Urera</i> sp	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 2: Densidad relativa de las 5 especies más abundantes de cada sitio.

Las líneas gruesas separan grupos que aparecieron con diferente constancia. Referencias: BP= bosque primario, CA= cultivo anual, P= potrero, Y= yerbal, PI= pinar explotado, indican el antiguo uso que tuvo cada sitio. Entre paréntesis figura la edad de abandono.

Table 2: Relative density of the 5 most abundant species in each site. References: BP= Primary forest, CA= annual culture, P= cattle field, Y= yerbal, PI= *Pinus sp.* Plantation. In brackets, the abandon age

Tanto la densidad de juveniles como la de renovales fueron muy variables a lo largo de la cronosecuencia (**Gráfico 2**). También en estas categorías se observaron bajos valores para el bosque primario. Aunque en un bosque maduro es esperable que exista una menor regeneración con respecto a la de los bosques secundarios, las densidades registradas en bosques intensamente explotados, son muy bajas (Holz, *et al.*, 2001). La regeneración retenida en los bosques primarios fuertemente explotados se debería a la alta cobertura de Bambúseas presentes en los mismos, las cuales estarían inhibiendo la regeneración de especies arbóreas nativas. Esta hipótesis coincide con lo observado por Placci y Georgis (1993) para bosques explotados en el norte de la provincia de Misiones y ha sido corroborada para bosques de otras regiones (Griscon y Ashton, 2003). Aunque no se realizaron mediciones al respecto, se observó que en los bosques secundarios numerosos individuos de diferentes especies regeneran a partir de tocones y de raíces de individuos adultos. Este tipo de reproducción no está asociada al grupo ecológico al cual pertenecen las especies y jugaría un rol sumamente importante en la regeneración de los bosques, principalmente durante los primeros estadios sucesionales (Uhl *et al.*, 1982; Guariguata, 1997; Kammesheidt, 1998).

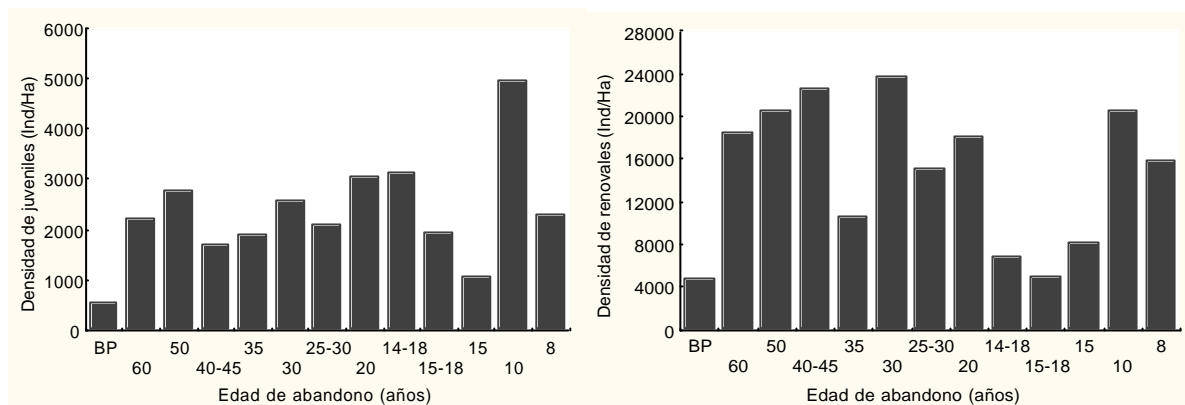


Gráfico 2: Densidad relativa de juveniles y renovales a lo largo de la cronosecuencia.

Graph 2: Relative density of individuals $> 3 < 10$ cm DBH (juveniles), and > 0.5 cm height < 3 cm DBH (renovales) along chrono-sequences.

Factores que influyen sobre la recuperación de los bosques

El DCA presentó valores de 0.441 y 0.196 para el primero y segundo eje respectivamente. Ambos ejes estarían relacionados con gradientes complejos, es decir que numerosos factores estarían influyendo sobre la recuperación del bosque. El primer eje se relaciona principalmente con la edad de abandono de los sitios.

Estos factores estarían actuando a diferentes escalas de tiempo y espacio. Los resultados sugieren que el tiempo de abandono, capacidad de regeneración vegetativa de las especies y cercanía a fuentes de semillas estarían influyendo fuertemente la regeneración de estos bosques secundarios.

La cercanía a fuentes de semillas ha sido detectada como una variable de gran importancia para la regeneración de la vegetación en sistemas agropecuarios abandonados de trópico (Holl, 1999; Ferguson, 2003). En el área de estudio, a pesar de que desde principios del siglo pasado ha sido intensamente utilizada para actividades agropecuarias, siempre se conservaron remanentes de bosque primarios y secundarios, es decir que los sitios analizados, permanentemente tuvieron fuentes de semillas relativamente cercanas.

Si se considera esta variable a escala de paisaje, puede interpretarse que estos sitios estarían inmersos en una matriz de diferentes tipos de uso de suelo, pero con una importante “red permanente de bosques” que funcionaría como fuentes de semillas cercanas y que por lo tanto permitirían el mantenimiento del pool original de especies en el área. Esta cercanía a fuentes de semillas, sumado a la capacidad de reproducirse vegetativamente de las especies, explicaría por qué en todos los sitios se encontró que las especies más abundantes son prácticamente las mismas. Ambos factores explicarían también por qué no se encontró un reemplazo de grupos ecológicos a lo largo del tiempo de sucesión, como se hubiera esperado de acuerdo a lo reportado en otros estudios (LANG y Knight, 1983; FINEGAN, 1996; SILDARRIAGA *et al*, 1998).

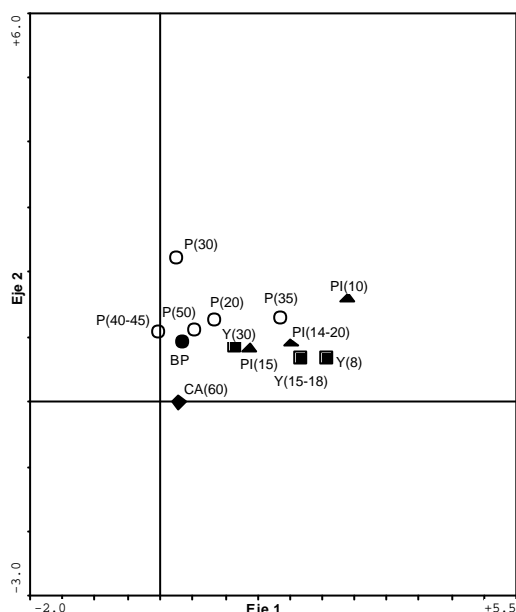


Gráfico 3: Distribución de los censos de bosques en los dos primeros ejes del DCA (Ter Braack, 1987).
Graph 3: Distribution of the forest plot in the two first axes of DCA (Ter Braack, 1987).

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a los propietarios de los campos donde se realizaron los muestreos, quienes permitieron y facilitaron el acceso a los mismos y brindaron información acerca de la historia de uso de cada sitio. También agradecemos a Lía Montti, Cecilia Blundo, Andrea Izquierdo y a Luisa Gonzalez por la colaboración en el trabajo de campo y en el trabajo de gabinete; a Mario Di Bitetti, Mitch Aide, Marcelo Arturi y Duncan Golicher, por el aporte de ideas en diferentes aspectos del trabajo. Este trabajo ha sido realizado gracias al soporte financiero de Fundación Vida Silvestre Argentina (FVSA)- Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF).

BIBLIOGRAFÍA

- AIDE, T. M.; J. K. Zimmerman; J. B. Pascarella; L. Rivera y H. Marcano- Vega. 2000. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: Implications for restoration ecology. *Restoration Ecology* 8 (4): 328- 339.
- BUDOWSKI, G. 1965. Distribution of tropical American rain forest species in the light successional processes. *Turrialba*, 15: 40-42.
- CABRERA, A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Tomo II. ACME. Buenos Aires: 85 p.
- CRESPO, J.A. 1982. Ecología de la comunidad de mamíferos del Parque Nacional Iguazú, Misiones. *Rev. del M.A.C.N. "Bernardino Rivadavia"*, 3(2):1-162.
- FERGUSON, B. G.; Vandermeer, J.; Morales, H. y D. M. Griffith. 2003. Post-agricultural succession in El Petén, Guatemala. *Conservation Biology* 17 (3): 818-828.
- FERRETTI, A. R.; Kageyama, P. ; Árbocz, G.; dos Santos, J. G.; Barros, M. I.; Lorza, R. F. y C. Oliveira. 1995. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no Estado de São Paulo. *Florestar Estatístico*, 3 (7): 73-77.
- FINEGAN, B. 1996. Pattern and process in Neotropical secondary lowland rain forest: the first 100 years of succession. *Trends Ecology and Management* 11: 119-124.
- GRISCOM, B. H. y M. A. Ashton. 2003. Bamboo control of forest succession: *Guadua sarcocarpa* in Southeastern Peru. *Forest Ecology and Management* 175: 445-454.

- GUEVARA, S.; Purata, S. y E. Van der Maaler. 1986. The role of remnant forest trees in tropical secondary succession. *Vegetatio*, 66: 77-84.
- GRAU, H. R.; Arturi, M. F.; Brown, A. y P. G. Aceñolanza. 1997. Floristic and structural patterns along a chronosequence of secondary forest succession in Argentinean subtropical montane forest. *Forest Ecol. and Management* 95: 161-171.
- GUARIGUATA, M. R.; Chazdon, R. L.; Denslow, J. S. y L. Andreson. 1997. Structure and floristics of secondary and old-growth forest stands in lowland Costa Rica.
- GUARIGUATA, M. R. y R. Ostertag. 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management* 148: 185-206.
- HOLL K. D. 1999. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate and soil. *Biotropica* 31: 229-242.
- HOLL, K. D.; Loik, M. E.; Lin, E. H., and I. A. Samuels. 2000. Tropical Montane Forest Restoration in Costa Rica: Overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecology* 8 (4): 339-350.
- HOLZ, S.; S. Chediack y G. Placci. 2001. Parámetros estructurales de bosques con distinta historia de uso en el norte de Misiones. I Reunión Binacional de Ecología, Asociación Arg. de Ecología/Sociedad de Ecología de Chile. Bariloche, Argentina.
- HOLZ, S. C. y L. G. Placci. En prensa. Aspectos socio-económicos de la Selva Paranaense: Las raíces socioeconómicas de la pérdida de biodiversidad. En Guzmán Camara & Galindo-Leal (Eds.). El estado de los Hotspots: el Bosque Atlántico. Center for Applied Biodiversity Science. Conservation International. Washington. D.C.
- KAMMESHEIDT, L. 1998. The role of the sprouts in the restoration of stand structure and species diversity in tropical moist forest after slash-and-burn agriculture in Eastern Paraguay. *Plant Ecology* 139: 155-165.
- LUGO, A. E. 1998. The apparent paradox of reestablishing species richness on degraded lands with tree monocultures. *Forest Ecology and Management*, 99 (1-2): 9-19.
- LANG, G. E. y D. H. Knight. 1983. Tree growth, mortality, recruitment, and canopy gap formation during a last 10-years period in a tropical moist forest. *Ecology* 64:1075-1080.
- PLACCI, G y P. Georgis. 1993. Estructura y diversidad de la selva del Parque Nacional Iguazú. VII Jornadas técnicas. Ecosistemas Forestales y Nativos, Uso Manejo y Conservación. Actas I. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Misiones. Eldorado, Misiones.
- SALDARRIAGA, J. G.; West, D. C.; Tharp, M. L. y C. Uhl. 1998. Long term chronosequence of forest succession in the upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. *Journal Ecology* 76: 938-958.
- TER BRAAK, C. J. 1987. CANOCO-FORTRAN program for community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis. Version 2.1 I-TNO, Wageningen.
- UHL, C. ; Jordan, C.; Clark, K.; Clark, H. y R. Herrera. 1982. Ecosystem recovery in Amazon Caatinga forest after cutting, cutting and burning, and bulldozer clearing treatments. *Oikos* 38: 313-320.
- UHL, C.; Buschbacher, R. y E. A. Serrao. 1988. Abandoned pastures in eastern Amazonia. I. Patterns of plant succession. *Journal Ecology* 76: 663-681.
- VAN DER MAAREL. 1979. Transformation of coverabundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio*, 39, 97-114.