

# INDICADORES DE RECUPERACIÓN DE ATRIBUTOS DE BOSQUE NATIVO PARA BOSQUES SECUNDARIOS EN EL NOROESTE DE MISIONES PARA LIPSIA S.A.

## INDICATORS OF NATIVE FOREST TRAITS RECUPERATION BY SECONDARY FOREST IN NORTHWEST MISIONES TO LIPSIA S.A.

Bacalini, Paola.A.<sup>1</sup>  
M. Srur<sup>2</sup>.

1 y 2. Lic. en Ciencias Biológicas, FCEyN, UBA.

1. [pbacalini@lipsia.com.ar](mailto:pbacalini@lipsia.com.ar)

2. [malenasrur@hotmail.com](mailto:malenasrur@hotmail.com)

### SUMMARY

Afforestation established in areas converted from native forest after 1994 are not qualified to certification. Observing FSC-principles and criteria, was developed a tool to evaluate the degree of recuperation of native forest traits applied to secondary forest. Were installed 200 m<sup>2</sup> plots in 10 sites, and sampled trees, sapplings, climbers, epiphytes and litter. Strata was characterized by growth forms. The study was performed into *capueras* from 7 to 120 years old in west side of *departamentos* Eldorado and Iguazú. Were selected indicators of: a) recuperation of native forest structure (vertical and horizontal) and complexity; b) recuperation of diversity and composition; and c) regeration tendency. An index was developed and fixed a standard value for this recuperation.

**Key words:** *capueras*, secondary forest, indicators, forest integrity, Recuperation Index.

### RESUMEN

Cumpliendo con el compromiso voluntariamente asumido con los principios y criterios FSC, que no permitirían certificar terrenos en los que haya sido reemplazado el bosque natural después del año 1994, se diseñó una herramienta para evaluar el estado de recuperación de atributos del ecosistema nativo para bosques secundarios. Se muestrearon árboles, renovales, lianas, epífitas y hojarasca y se caracterizaron los estratos según formas de crecimiento en 3 parcelas al azar de 200m<sup>2</sup> en 10 sitios de capuera de 7 a 120 años de edad en la zona oeste de los departamentos de Iguazú y Eldorado. Se seleccionaron indicadores de: a) recuperación de estructura (tanto horizontal como vertical) y de complejidad del bosque nativo de la región; b) recuperación de diversidad y composición; y c) tendencia de la regeneración. Con éstos, se desarrolló un índice y se fijó un valor para dicha recuperación.

**Palabras clave:** capueras, bosque secundario, reconversión, integridad del bosque, Índice de Recuperación.

### INTRODUCCION

El presente trabajo se realizó dentro del marco de la certificación forestal según principios & criterios de FSC (de sus siglas en inglés *Forest Stewardship Council*-Consejo para el

Manejo Forestal). Para esta ONG, no serían certificables terrenos en los que ha sido reemplazado el bosque natural después del año 1994 (Principio 10. Criterio 9. FSC, 2000), y define a estos bosques como aquellos en los que “muchas de las características principales y elementos clave de los ecosistemas nativos tales como complejidad, estructura y diversidad están presentes, de conformidad con estándares regionales de manejo forestal aprobados por FSC”. La iniciativa regional para definir estándares según P&C del FSC se encuentra en su etapa inicial. El avance y los resultados de este trabajo estarán sujetos a la evolución de esta iniciativa. Por lo tanto los estándares obtenidos serán de aplicación sólo para la situación objeto de este estudio.

Los bosques primarios serían bosques naturales y no fueron contemplados en este análisis; además fueron excluidas las selvas marginales y los sitios de alto valor de conservación (ley 3426), y los suelos no aptos para reconversión (ley 854).

Se presenta entonces el caso de las capueras y capuerones, bosques de sucesión secundaria que se regeneran en una etapa posterior a la desaparición del bosque nativo, y que según las leyes provinciales podrían ser convertidas a otros usos del suelo. Pero, ¿en qué momento ese bosque secundario recobra la integridad del ecosistema nativo?. ¿Cómo saber si ese bosque ha recuperado estructura, complejidad y diversidad del bosque natural?

## OBJETIVOS

- 1) Definir un índice de recuperación de estructura, complejidad y diversidad, y de tendencia de la regeneración natural del bosque secundario de la región noroeste de la provincia de Misiones.
- 2) Determinar valores críticos que sirvan como estándares para dicha recuperación.

## METODOLOGIA

Consideramos bosques secundarios a los que provienen de tala rasa de bosque nativo, o de terrenos que tenían otros usos agrícolas o forestales. En la provincia los factores principales que originan bosques secundarios son: a) tala rasa, b) rozado y c) abandono de pasturas, chacras o forestaciones, en general debido a la caída del precio en el mercado de productos como la yerba y el tung.

Con base en la historia de uso del suelo, fueron seleccionados 10 sitios con vegetación secundaria en distintos estadios de desarrollo en los departamentos Iguazú y Eldorado. Los sitios seleccionados cubren un amplio rango de edades de abandono y usos previos del suelo (ver Tabla 2).

En cada sitio se muestrearon 3 parcelas rectangulares de 20 x 10 metros, ubicadas y orientadas al azar. Dentro de cada una se muestrearon árboles de diámetro a la altura del pecho mayor a 5 cm y lianas.

En los árboles se determinó *in situ* la especie y se midieron altura total y al comienzo de la copa, dos radios perpendiculares de la proyección de la copa, la circunferencia a la altura del pecho, el estado sanitario, la posición en el dosel y la cobertura de epífitas y lianas.

Las lianas fueron determinadas y medida su circunferencia cerca del suelo, la altura máxima alcanzada dentro de la parcela y se distinguieron por un lado los individuos libres y, para aquellos trepadores, la posición y especie del soporte.

En el centro de la parcela se instaló una subparcela circular de 2,52 m de radio (20 m<sup>2</sup>) en la que se registraron la especie y altura de todos los individuos de leñosas en estado de regeneración, desde 50 cm de altura hasta 5 cm de DAP.

En tres puntos al azar dentro de cada parcela se tomaron muestras de hojarasca con un aro de 37 cm de diámetro. El material fue secado, separado y pesado como: restos leñosos de diámetro menor a 1 cm, hojas, restos de hojas y material reproductivo.

En estos tres puntos de la parcela se determinó también la profundidad de la hojarasca en 5 puntos equidistantes sobre una transecta de 1,5 m.

Se hizo también una caracterización fisonómica de la vegetación dentro de cada parcela, determinando para cada estrato distinguible visualmente la forma de crecimiento dominante, su altura y la cobertura según la metodología fitosociológica de Braun-Blanquet (Matteucci y Colma, 1982).

En los estratos del sotobosque se distinguieron las siguientes formas de crecimiento: gramíneas, plántulas de especies leñosas de altura menor a 50 cm, renovales de leñosas, helechos, chachíes, monocotiledóneas y dicotiledóneas herbáceas, arbustos, enredaderas y tacuaras.

El piso forestal se caracterizó también según la presencia de restos leñosos en 3 categorías, desde ramitas finas a troncos, según su cobertura dentro de la parcela..

## ANALISIS DE DATOS

Con los datos de cada parcela se calcularon los rangos para cada sitio, varios índices y los promedios con los correspondientes desvíos estándar y coeficientes de variación. Se redujo el número de variables con una matriz de correlación, se hizo una clasificación supervisada y mediante análisis multivariado se ordenaron los sitios con un análisis discriminante (DCA-PCOrd). Éste se realizó con la matriz de abundancia de especies de árboles, renovales y lianas. El autovalor del eje 1 resultó igual a 0,602.

Se definió así un conjunto final de variables que mejor explicaban ese ordenamiento y se seleccionaron aquellas de medición simple.

Se probó el comportamiento de estas variables en función del gradiente de sitios obtenidos en el DCA para asignarles valores de acuerdo a la distribución particular de cada variable.

### Indicadores seleccionados

#### *Indicadores de recuperación de estructura horizontal y vertical, y de complejidad*

**E1: altura promedio de los 3 árboles más altos de cada parcela**, está directamente relacionada con las especies que componen el bosque analizado. En general las especies pioneras alcanzan en su madurez alturas menores que las de sucesión más avanzada (ej. Fumo bravo, palo capuera, palo pólvora).

**E2: ecología de las especies arbóreas ya establecidas** [especies esciófilas - (heliófitas + pioneras)]. En los bosques secundarios recuperados, se registran mayores proporciones de árboles de especies heliófitas durables y generalistas, tanto en el dosel como en los estratos inferiores. Además aumenta la proporción de pioneras de claro, indicando mayor complejidad en la estructura horizontal.

**E3: presencia de árboles emergentes**, es un indicador de recuperación de la estructura vertical del bosque. No necesariamente indica la presencia de los 4 estratos arbóreos descriptos para la región.

#### *Indicadores de recuperación de composición florística y diversidad*

**C1: proporción de individuos de especies exóticas**, la presencia de estas leñosas estaría actuando en detrimento de la recuperación de la composición florística del bosque natural (por ejemplo: níspero, hovenia, kiri, paraíso, tung).

**C2: riqueza de especies arbóreas nativas**, donde el número de especies aumenta al diversificarse la oferta de diferentes espacios.

**C3: número de árboles muertos**, estaría indicando un estadio de desarrollo avanzado del ecosistema boscoso, con comunidades bióticas más complejas, ya que su presencia amplía la diversificación de nichos vegetales y animales.

#### ***Indicadores de tendencia de la regeneración natural***

**R1: riqueza de especies leñosas en estado de renovales**, indica las posibilidades futuras de aumentar la complejidad y diversidad del bosque.

**R2: el índice de diversidad de Shannon-Wiener para renovales** pondera las especies presentes en cuanto a su frecuencia de aparición. Es un indicador complementario indispensable de la riqueza.

**R3: proporción de renovales de especies esciófilas**. A diferencia de los árboles ya establecidos, en renovales ésta aumenta con la cobertura, presentándose bajas proporciones en los sitios en los que no hay un cierre completo del dosel.

#### **Cálculo del Índice de Recuperación**

A partir de este sistema de datos se desarrolló un índice de recuperación de atributos del bosque nativo,

$$\text{Índice de Recuperación (IREC)} = \text{SUMA } I_i$$

donde  $I_i$  son los valores correspondientes al IREC de los indicadores (E1, ..., R3) (Tabla 1).

**Tabla 1. Valores promedio de 3 parcelas de 200 m<sup>2</sup> para los indicadores y su correspondencia para el cálculo del índice de recuperación (IREC). Códigos en el texto.**

estructura y complejidad			composición y diversidad			tendencia de la regeneración		
indicador	valor	IREC	indicador	Valor	IREC	indicador	valor	IREC
<b>E1</b>	<10 m	0	<b>C1</b>	>20%	-2	<b>R1</b>	<4	0
	10 a 14 m	2		5 a 20%	0		4 a 7	1
	>14 m	4		<5%	2		>7	2
<b>E2</b>	>0	0	<b>C2</b>	<7	0	<b>R2</b>	<1	0
				7 a 9	2		1 a 1,5	1
	<0	2		>9	4		>1,5	2
<b>E3</b>	No	0	<b>C3</b>	0	0	<b>R3</b>	<50 %	0
				1 a 2	2		50 a 75 %	1
	Si	2		>2	4		>75 %	2

#### **Criterio de decisión**

Se tomó como criterio de corte el valor medio entre el mínimo (-2) y el máximo (24) posible.

**IREC<13:** el sitio no alcanza los estándares de mínima, no ha recobrado la integridad del bosque natural.

**IREC>13:** se considera que el sitio ha recuperado las características del ecosistema boscoso natural de la región y no debería ser reemplazado por otro uso del suelo dentro de un sistema de producción con certificación según P&C-FSC.

**Tabla 2. Edad desde el abandono y uso previo del suelo para los 10 sitios ordenados según los valores obtenidos en el primer eje del análisis discriminante (DCA). Se presentan los valores para cada sitio (n=3 excepto en sitio 3, n=2) de las variables correspondientes a los 9 indicadores y el valor total del índice de recuperación (IREC).**

Sitio	Edad (años)	Uso previo	Eje 1 DCA	E1	E2	E3	C1	C2	C3	R1	R2	R3	IREC
1	~120	maiz	0	14,9	-0,03	si	0%	9,7	2,3	8,0	1,8	82%	24
2	~60	maiz	6	16,8	-0,48	si	0%	8,0	2,0	7,3	1,7	73%	21
3	>20	tung	53	13,8	-0,45	si	2%	14,0	3,0	11,7	2,1	67%	21
4	~20	n.d.	157	13,7	0,75	no	9%	8,3	3,0	5,3	1,4	81%	12
5	n.d.	n.d.	188	14,9	0,37	no	5%	10,0	1,0	7,7	1,9	74%	15
6	~20	yerba	191	16,0	0,47	si	3%	8,3	0,7	6,3	1,5	67%	13
7	~20	tung	198	11,3	-0,38	no	0%	10,7	1,0	4,7	1,4	33%	14
8	<20	yerba	291	11,9	0,31	no	42%	5,7	1,3	7,3	1,8	34%	8
9	<20	tung	344	10,6	-0,14	no	25%	7,0	1,0	2,3	0,8	29%	6
10	<10	yerba	422	5,1	0,26	no	68%	2,0	0,0	2,0	0,6	43%	-2

~: aproximadamente; n.d.: no determinado

### **Metodología para la aplicación del IREC**

- 1) Ubicación del sitio, definición del área a muestrear
- 2) Muestreo: dejando 30 m desde los bordes, cuadricular el lote (10x10 m). Al azar se ubican 3 intersecciones y al azar se determina la dirección del lado mayor de la parcela de 20 x 10 m con brújula. En la parcela de 200 m<sup>2</sup> se censan los árboles de DAP>5 cm, registrándose especie y altura, y se anotan los individuos muertos en pie y la presencia de emergentes. En el centro se instala un jalón con un hilo de 2,52 m de largo para dibujar la parcela circular de 20 m<sup>2</sup>, donde se registra la especie de renovales de altura mayor a 50 cm.
- 3) Aplicación del índice. Los datos se vuelcan en una planilla electrónica para obtener los valores de los indicadores y calcular así el IREC.

### **DISCUSIÓN**

El estudio permitió identificar entonces a cinco sitios con recuperación de los atributos de un ecosistema de bosque natural de la región y cinco sitios que no han alcanzado los estándares de mínima.

El índice fue desarrollado para evaluar la recuperación del bosque secundario. Así, los bosques primarios tal vez no alcancen el valor máximo del IREC pero no fue el objeto de este estudio. Sin embargo, se debería probar el índice en bosque primario para ver su comportamiento y desarrollar también estándares de integridad para estos debido a la explotación a la que están sometidos (por ejemplo, analizar la persistencia de los atributos del ecosistema nativo cuando la cobertura arbórea remanente es inferior al 20% y las tacuaras superan el 90%).

Si bien se eligió el valor medio del índice como estándar para su reconversión a forestaciones dentro de la empresa, se tomó como parámetro de recuperación un bosque secundario que no difería perceptiblemente del estado original de bosque nativo según el grupo con el que fue validado el índice a campo (sitio 1). Varios autores asumen que un bosque secundario podría retornar a la situación original entre los 60 y 80 años en trópicos y subtrópicos (Brown & Lugo, 1990; Lanly, 1982). El sitio 1 asume el valor máximo del índice=24; le siguen con 21 puntos dos sitios de 60 años y más de 20 años desde el abandono que se diferencian en la mayor altura promedio del primero y la mayor riqueza del segundo.

Este es un resultado provisorio; deben agregarse nuevos sitios para completar rangos intermedios del índice y realizar los análisis de suelo para evaluar compactación. El problema planteado es multidimensional y debe ser encarado desde una perspectiva interdisciplinaria. Es necesario sumarle al trabajo realizado estudios de fauna, conectividad y las áreas social y económica.

## AGRADECIMIENTOS

A LIPSIA por habernos confiado este trabajo y, dentro de la empresa, especialmente a B. Correa y F. García, a R. Vera y L. Ramirez Mercado, y a María Inés por su constante apoyo. A J. F. Garibaldi por su participación en el muestreo y el reconocimiento de especies a campo. A los innumerables profesionales que consultamos para definir la metodología y a los que nos acompañaron en la validación a campo: E. Riegelhaupt, J. Adámoli, S. D. Matteucci, M. DiBittetti, L. Rey, E. M. Buenaventura, J. Protomastro, R. Burkart, J. D. Perié, T. Arias Chalico, E. Stirnemann, D. P. Colcombet, S. Welcz y J. P. Cinto. Pero sobre todo, gracias Guillermo!.

## BIBLIOGRAFIA

- BROWN, S. y A.E. Lugo. 1990. Tropical secondary forest. *Journal of tropical ecology*, **6**: 1-32.
- FAO. 2001. Forest Resource Assessment - FRA 2000. Appendix II: terms and definitions. FAO, Roma.
- FSC. Documento 1.2. Revisado Febrero 2000.
- LANLY, J.P. 1982. Tropical Forest Resources. FAO Forestry Paper N°30. FAO, Roma. 106 pp.
- MATTEUCCI, S.D & A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Serie Biología, Monografía N°22, OEA, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington, DC.
- MOONEY, H.A. y M. Godron eds. 1983. *Disturbance and ecosystems*, Springer Verlag, Nueva York. 292 pp.
- WHITMORE, T.C. 1982. On pattern and process in forests. En: Newman, E.I. ed. *The plant community as a working mechanism*, British Ecological Society, pp. 45-59.