

## INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL DE PLANTACIONES FORESTALES - COMPONENTE VEGETAL (2)

### INDICATOR OF ENVIRONMENTAL IMPACT OF FOREST PLANTATIONS AND VEGETABLE COMPONENT (2)

Fabio Moscovich<sup>1</sup>  
Hector Keller<sup>2</sup>  
Rodolfo Martiarena<sup>1</sup>  
Roberto Fernández<sup>1</sup>  
Alicia Borhen<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ings. EEA INTA Montecarlo. (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. Tel. y FAX ++54 (3751) 480057/480512. E-mail: fmoscovich@ceel.com.ar

<sup>2</sup> Ing. Ftal., Instituto de Botánica del Noreste, Universidad Nac. del NE. Corrientes, Argentina E-mail: hakeller2000@yahoo.com.ar

<sup>3</sup> Ing. Ftal. Fac. de Cs. Ftale. Universidad Nac. de Misiones. Eldorado, Misiones, Argentina. E-mail: alicia@facfor.unam.edu.ar

## SUMMARY

Looking for determined indicators about environmental impact, based on vegetables characteristics that will generate the forestry monoculture with the adjacent native forest, to install 32 sample unit in an area of LIPSIA private enterprise, Esperanza Department, Misiones with that characteristics. The plots of 100 m<sup>2</sup> were distributed systematically in each 25 meters. The vegetation was divided in the stratum: superior (DBH = 10 cm, middle (1,6 cm = DBH > 10 cm) and inferior (DBH < cm). To install 10 plots in logged native forest, 10 plots in *Pinus elliottii* of 18 years old with approximately 400 stem/ha., 6 plots in the limit area of *Araucaria angustifolia* of 10-25 years old with approximately 900 stem/ha., and 6 plots inside this plantation. In the studio area was identify 150 vegetable specie. In the inferior stratum was find differences in function of many floristic diversity indices. In all the cases the native forest showed major diversity than plantations, followed by *Pinus elliottii*, inside the *Araucaria* plantation and in the limit area of *Araucaria* forestry. All the studied forest fitted to a logarithmical series of species distributions; it will show the incidence of the environmental factor in this distribution.

**Key words :** native forest, plantations, phytosociology, sustainability

## RESUMEN

Buscando determinar indicadores sobre el impacto ambiental, basados en características vegetales, que generarían los monocultivos forestales lindantes con bosques nativos, se instalaron 32 unidades de muestreo en un área de propiedad de la empresa LIPSIA, Departamento Esperanza (Misiones), que reunía estas características. Las parcelas, de 100 m<sup>2</sup>, se distribuyeron sistemáticamente a cada 25 m. La vegetación se dividió en tres estratos: superior (CAP = 30 cm), medio (5 cm = CAP > 30 cm) e inferior (CAP < 5 cm). Se instalaron 10 parcelas en bosque nativo explotado, 10 parcelas en una plantación de *Pinus elliottii* de 18 años aproximadamente (400 árboles/ha), 6 parcelas en la zona límite de una plantación de *Araucaria angustifolia* de 20-25 años (900 árboles/ha) y 6 parcelas en el interior de esta plantación. En el área en estudio se identificaron 150 especies vegetales. En el estrato inferior se encontraron diferencias en función de varios índices de diversidad florística. En todos los

casos el bosque nativo presentó mayor diversidad que las plantaciones, seguido por el pinar, el interior de la plantación de araucaria y por la zona límite de la plantación de araucaria. Todos los bosques estudiados ajustaron a la serie logarítmica de distribución de especies, lo que estaría reflejando la incidencia de un factor ambiental en esta distribución.

**Palabras clave:** sustentabilidad, bosque nativo, plantación, fitosociología.

## INTRODUCCIÓN

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente puede definirse como la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como resultaría después de la realización del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro, tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación (ESTEVAN BOLEA, 1984).

El objetivo básico de las evaluaciones de impacto ambiental es evitar posibles errores y deterioros ambientales, costosos de corregir después. Todo análisis de impacto ambiental debe estudiar, con mayor o menor extensión y profundidad, los sistemas ecológicos del área en que se ubica el proyecto o acción objeto de estudio.

La utilización de la diversidad vegetal específica como indicador de las condiciones de un ecosistema o comunidad, es un parámetro más a tener en cuenta al medir el impacto de un factor determinado sobre el ecosistema; asimismo es un indicador importante de las oportunidades de desarrollo que tiene cada ser vivo dentro de un área (ESTEVAN BOLEA, 1984). Es tan importante el estudio de las diversidades biológicas que MAGURRAN (1989) expresó que el estudio de esta diversidad frecuentemente aparece como un indicador del buen funcionamiento de los ecosistemas.

Muchos conservacionistas han aceptado que un buen mantenimiento de las plantaciones depende de los bosques naturales circundantes (SEYMOUR y HUNTER, 1994; HUNTER y CALHOUM, 1995).

El objetivo del presente trabajo es el de definir parámetros, basados en la composición florística, que puedan cuantificar el impacto ambiental que están produciendo las plantaciones forestales sobre las características estructurales de la flora local.

Este trabajo da continuidad a los estudios iniciados a fines del año 2001 (MOSCOVICH *et al.* 2002)

## MATERIALES Y MÉTODOS

A fin de establecer indicadores de sustentabilidad basados en la estructura florística de los bosques nativos contiguos a monocultivos forestales, como ser plantaciones de *Pinus* o *Araucaria*, se procedió a la búsqueda de un sitio acorde a estas premisas, seleccionándose una propiedad perteneciente a la empresa LIPSIA S. A. en el Departamento Iguazú (Misiones). La vegetación natural de esta localidad está definida como Selva Subtropical Oriental, el clima corresponde al tipo *cfa*, según la clasificación de Köppen (subtropical húmedo), el suelo es del tipo UC-9 conocido como “rojo profundo”.

Se instalaron allí 32 parcelas equiláteras de 100 m<sup>2</sup> (10m x 10m), distantes 25 m una de otra, y en tres situaciones contiguas: - un bosque nativo sumamente explotado (10 parcelas); -una plantación de *Pinus elliottii* de 18 años de edad y una densidad aproximada de

400 plantas/ha (10 parcelas) y una plantación de *Araucaria angustifolia* de entre 20 y 25 años y aproximadamente 900 plantas/ha (12 parcelas).

En cada parcela se efectuó un relevamiento completo del estrato superior (árboles con una circunferencia a la altura del pecho (CAP)  $\geq 30$  cm) y el medio (especies vegetales con CAP medible hasta 30 cm). Además, en cada parcela se relevó el estrato inferior en una franja de 10 m<sup>2</sup> (10m X 1 m), en el cual se incluyeron todas las formas vegetales que no tuvieran CAP medible.

Todas las especies fueron identificadas y medidas sus CAP y alturas total y comercial (estratos superior y medio); en el estrato inferior se identificaron las especies y se contabilizó el número de individuos por m<sup>2</sup>.

Contemplando la aplicabilidad metodológica se definieron subjetivamente a los ejemplares de aquellas plantas con rizoma subterráneo dando prioridad a su desarrollo aéreo, es decir definiendo como “individuo” a cada vástago aflorante desde el nivel del suelo.

Para realizar el monitoreo y poder definir un sistema que pueda indicar sustentabilidad ecológica, basados en la diversidad florística de los bosques nativos circundantes a forestaciones, de *Pinus* sp. y de *Araucaria angustifolia*, y la diversidad florística, de especies forestales nativas, que se encuentren dentro de bosques implantados de *Pinus* sp. se usaron parámetros e indicadores fitosociológicos como ser: composición florística, estructura horizontal - densidad, frecuencia, dominancia, índice de valor de importancia, etc. – (LAMPRECHT, 1962; DAUBENMIRE, 1968; MUELLER-DOMBOIS y ELLEMBERG, 1974; MATTEUCHI y COLLMAN, 1982). Para la caracterización de la composición florística se utilizan distintos índices de diversidad y uniformidad (JOHNSON y WICHERN, 1982; MAGURRAN, 1989). La diversidad fue calculada en base a distintos índices como ser de Shannon, Simpson, Margalef, McIntosh; Berger-Parker; entre otros (PIELOU, 1975; MAGURRAN, 1989).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el área estudiada se encontraron 150 especies vegetales en los tres estratos considerados (superior, medio e inferior), distribuidas en 116 géneros y en 60 familias botánicas; nueve especies fueron identificadas a nivel de familia y una quedó como no identificada. De las 150 especies encontradas en los tres estratos considerados, 148 especies se encuentran representadas en el estrato inferior, 26 en el estrato medio y 19 en el superior.

De las especies encontradas en el estrato inferior, 100 especies se encontraron dentro de las parcelas localizadas en el Bosque Nativo y 87 especies en las parcelas bajo cobertura de *Pinus elliottii*, 48 especies fueron encontradas en la plantación de *Araucaria angustifolia* en las unidades de muestreo instaladas en el límite de plantación y 42 especies en las parcelas ubicadas en el interior de esta plantación.

Se observó que 29 especies vegetales (18,71%) se encontraron en forma exclusiva dentro de las parcelas ubicadas en el Bosque Nativo, 17 especies (10,97%) que se encontraron solo dentro de la plantación de *P. elliottii*, 8 especies (5,16%) fueron exclusivas de las parcelas instaladas en el área límite de la plantación de *A. angustifolia* y en las parcelas instaladas en el interior de esta plantación fueron identificadas 8 especies exclusivas. Esto deja ver que dentro del Bosque Nativo, en esta situación y en este estrato, la riqueza florista es de aproximadamente un 8% mayor que la encontrada en una plantación de *P. elliottii* y un 13% mayor que en ambas situaciones de la plantación de *A. angustifolia*.

En el estrato superior del bosque nativo, formado por los árboles con CAP  $\geq 30$  cm, fueron encontradas 17 especies, que se encuentran listadas en la Tabla 1 juntamente con sus parámetros fitosociológicos.

Se puede observar en la Tabla 1 que Loro Blanco (*Bastardiopsis densiflora*) y Caña Fístola (*Peltophorum dubium*) fueron las especies mas importantes de este estrato por presentar alta densidad y frecuencia. Estas dos especies suman un IVI de 100,48 que corresponde al 30% del total de especies encontradas.

Analizando la densidad se observa que *Bastardiopsis densiflora* (Loro Blanco) y *Peltophorum dubium* (Caña Fístola) son las dos especies mas características de este estrato, representando aproximadamente el 34% de los individuos encontrados.

**TABLA 1: Relación de especies arbóreas con CAP = 30 cm muestreadas en el bosque nativo explotado del Departamento Esperanza – Misiones, ordenadas por índice de valor de importancia (IVI).**

Especie	N	DA	DR	DoA	g	DoR	FA	FR	IVI	IVC
Loro blanco	13	1,30	20,97	7,67	0,7676	30,99	60	14,63	66,59	51,96
Caña fístola	8	0,80	12,90	1,57	0,1574	6,35	60	14,63	33,89	19,26
Persiguero	6	0,60	9,68	2,70	0,2706	10,92	50	12,20	32,80	20,60
Sapoí	6	0,60	9,68	2,49	0,2493	10,06	30	7,32	27,06	19,74
Laurel negro	4	0,40	6,45	2,71	0,2714	10,96	30	7,32	24,73	17,41
Guatambú	3	0,30	4,84	1,61	0,1613	6,51	30	7,32	18,67	11,35
Cedro	4	0,40	6,45	1,26	0,1267	5,11	20	4,88	16,44	11,57
Aguaí	2	0,20	3,23	1,61	0,1611	6,50	10	2,44	12,17	9,73
Paraíso	2	0,20	3,23	0,96	0,0962	3,88	20	4,88	11,99	7,11
Solanacea	2	0,20	3,23	0,38	0,0384	1,55	20	4,88	9,65	4,78
Ambay	2	0,20	3,23	0,22	0,0224	0,90	20	4,88	9,01	4,13
Ortiga brava	3	0,30	4,84	0,32	0,0322	1,30	10	2,44	8,58	6,14
Chal chal	3	0,30	4,84	0,31	0,0319	1,29	10	2,44	8,57	6,13
Pindó	1	0,10	1,61	0,44	0,0445	1,80	10	2,44	5,85	3,41
Cancharana	1	0,10	1,61	0,30	0,0305	1,23	10	2,44	5,28	2,84
Guabiroba	1	0,10	1,61	0,07	0,0079	0,32	10	2,44	4,37	1,93
Laurel ayuí	1	0,10	1,61	0,07	0,0077	0,31	10	2,44	4,36	1,92
<b>Totales</b>	<b>62</b>	<b>6,20</b>	<b>100</b>	<b>24,77</b>	<b>2,4771</b>	<b>100</b>	<b>410</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>200</b>

Donde: N = Número de individuos; DA = densidad absoluta (individuos/ha); DR = dominancia relativa (%); DoA = dominancia absoluta (m<sup>2</sup>/ha); g = área basal (m<sup>2</sup>); DoR = dominancia relativa (%); FA = frecuencia absoluta; FR = frecuencia relativa (%); IVI = índice de valor de importancia (%); IVC = índice de valor de cobertura (%).

Todas las especies encontradas (Tabla 1) presentaron baja frecuencia, *Bastardiopsis densiflora* y *Peltophorum dubium* se encontraron en el 60% de las parcelas levantadas, *Prunus subcoriaceae* (Persiguero) se encontró en el 50%, y el resto de las especies presentaron frecuencias entre el 10 y el 30%.

En lo que respecta a la dominancia (Tabla 1) se destaca Loro Blanco debido a que esta especie representa el 30% de la dominancia total de este estrato, esto se debe a que los mayores diámetros encontrados pertenecen a esta especie. Merece destacarse que las especies Persiguero, Sapoí (*Machaerium stipitatum*) y Laurel Negro (*Nectandra saligna*) suman cerca de 32% de la dominancia total, lo que significa que las especies nombradas dominan, aproximadamente, el 62% del estrato superior del bosque nativo en estudio.

No obstante, por ser el estrato superior el más afectado en cuanto a fitosociología se refiere; dado que por un lado tenemos un Bosque Nativo con un cierto número de especies y por el otro tenemos una sola especie que domina todo el estrato (*P. elliottii* y *A. angustifolia*), no es muy significativo realizar comparaciones entre uno y otro.

Considerando el estrato inferior, se pudo determinar que las especies con mayor abundancia, dentro del bosque nativo, fueron: *Thelypteris* sp. con 119 individuos; *Chusquea ramosissima* con 103 individuos; *Tragia volubilis* (64 individuos); *Piper mikanianum* (48 individuos); *Psychotria leiocarpa* (45 individuos); *Acalypha* sp. (39 individuos); *Hybanthus bigibbosus* (34 individuos); *Pteridium aquilinum* (29 individuos); *Cardiospermum grandiflorum* (25 individuos); y *Ruellia angustiflora* (22 individuos). Estas diez especies representan el 56,5% del total de especies muestreadas, siendo que *Thelypteris* sp. participó con el 12,7%.

En este estrato, las especies que presentaron mayor abundancia dentro la plantación de pino fueron: *Hydrocotyle callisephala* con 136 individuos; *Stenandrium mandiocanum* (115 individuos); *Thelypteris* sp. (85 individuos); *Piper amalago* (79 individuos); *Macfadyena uncata* (55 individuos); *Macfadyena* sp. (53 individuos); *Balinvillea biaristata* (50 individuos); *Hybanthus bigibbosus* (36 individuos); y *Geophila repens* (33 individuos). Estas 10 especies reúnen el 57% del total de especies muestreadas en este bosque. En este caso *Hydrocotyle callisephala* representa el 12,1% del total de especies.

En las parcelas instaladas en el zona límite de la plantación de araucaria se determinó que la especie más abundante es *Thelypteris* sp., con 196 individuos; seguida de *Hydrocotyle callisephala*, con 35 individuos; *Piper gaudichadianum* (34 individuos); *Macfadyena mollis* (25 individuos); *Macrothelypteris torresiana* (24 individuos); *Macrothelypteris torresiana* (16 individuos); Gramineae 02 (12 individuos); *Pteridium aquilinum* (10 individuos); Genus indet. (10 individuos); y *Lonchocarpus leucantus* (8 individuos) representan el 82% del total de especies muestreadas evaluando las unidades de muestreo que se localizaron en el límite de la plantación.

La unidades de muestreo instaladas dentro de la plantación de araucaria también mostraron a *Thelypteris* sp. como la especie con mayor abundancia (170 individuos); seguida de *Hydrocotyle callisephala* (70 individuos); *Piper mikanianum* (58 individuos); *Pteridium aquilinum* (32 individuos); *Macfadyena mollis* (22 individuos); *Tragia paxii* y *Macrothelypteris torresiana* (20 individuos cada una); Graminea 01 (12 individuos); y *Piper gaudichadianum* y *Mikania lindleyana* (9 individuos cada una). Estas diez especies representan el 88,3% del total de especies encontradas.

*Thelypteris* sp. se mostró como la especie más abundante dentro del bosque nativo y en las dos situaciones estudiadas en la plantación de araucaria. *Hydrocotyle callisephala* se manifestó como la más abundante en la plantación de pino y segunda en abundancia en la plantación de araucaria (tanto en las parcelas que se instalaron en el área límite como las instaladas en el interior), no así en bosque nativo donde se encontraron solamente 18 individuos (1,9%) en las unidades de muestreo realizadas

En la Tabla 2 se pueden ver los resultados obtenidos en los índices de densidad y el ajuste a modelos de series para las diferentes situaciones bajo estudio.

La observación de la Tabla 2 muestra que todos los casos observados se ajustan a un modelo de distribución de abundancia de especies logarítmico; esto estaría indicando la existencia de algún factor (posiblemente la luz) importante que determina el número y la abundancia de especies en cada caso.

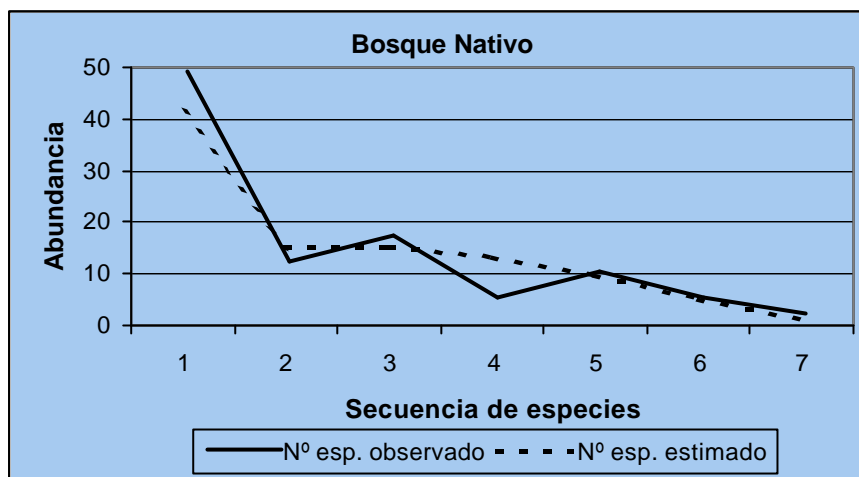
Realizando el test de  $\chi^2$  para determinar la bondad de ajuste a la serie logarítmica, de cada una de los casos en estudio, se obtuvieron los siguientes valores: para bosque nativo,  $\chi^2 = 7,83$  con 6 grados de libertad (GL) ( $P = 30$ ); para el pinar,  $\chi^2 = 6,86$  con GL = 7 ( $P = 50$ ); en las parcelas instaladas en el límite de la plantación de araucaria,  $\chi^2 = 8,15$  con GL = 7 ( $P = 32$ ); y en las parcelas instaladas dentro de la plantación de araucaria se encontró un  $\chi^2 = 8,80$  con GL = 6 ( $P = 27$ ).

En las Figuras 1 a 4 se puede observar los ajustes realizados para los valores estimados del número de especies encontradas en los distintos ecosistemas en estudio donde se nota la tendencia de ajuste a la serie logarítmica de los datos.

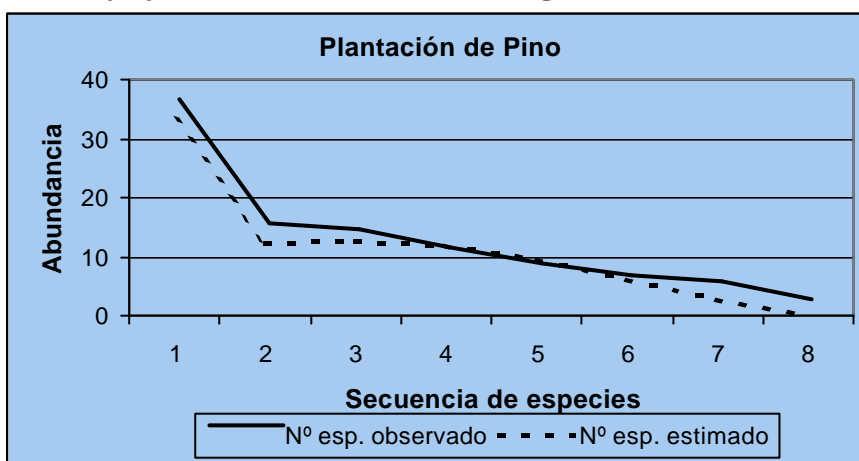
Cada uno de los índices calculados, desde el a del modelo logarítmico hasta el índice de Margalef, y desde las medidas de riqueza a las de uniformidad, muestran que el Bosque Nativo (BN) es substancialmente mas diverso que cualquiera de las plantaciones estudiadas (Tabla 2).

**TABLA 2: Diversidad del bosque nativo (BN), plantación de pino (P), parcelas en araucaria en límite de plantación (A 01) y parcelas en el interior de araucaria (A 02). (a) Índices de diversidad y (b) ajuste a los modelos.**

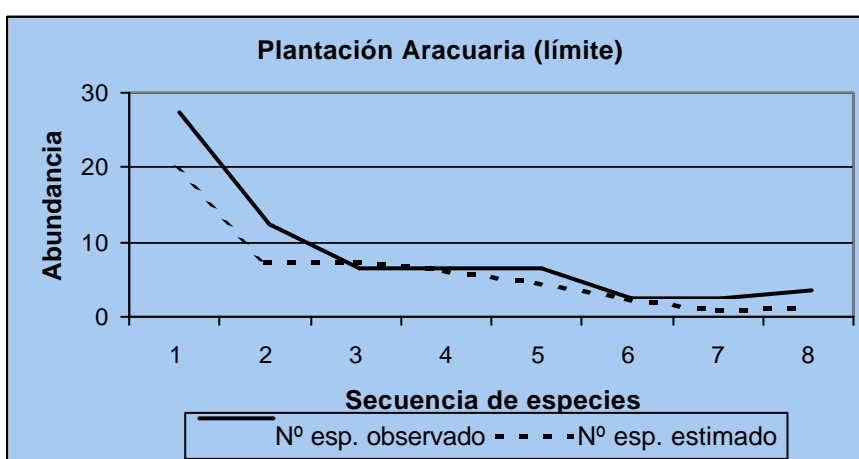
	BN	P	A 01	A 02
<b>(a) Diversidad</b>				
Riqueza de Especies	100	88	48	42
Individuos (N)	935	1127	451	478
Índice de Margalef	14,4725	12,3803	7,6905	6,6455
Índice de Simpson (1-D)	0,9527	0,9496	0,9665	0,9714
Índice de Shannon	3,6259	3,4897	1,3481	1,4034
Uniformidad de Shannon	0,7874	0,7794	0,3482	0,3755
Índice de Berger-Parker	8,0603	6,7892	2,3010	2,9875
Índice de Menhinick	3,2703	2,6213	2,2602	1,9210
Índice de McIntosh	0,8065	0,7973	0,5674	0,6273
Índice log de la serie (a)	28,4209	22,4136	13,4696	11,1527
<b>(b) Ajuste a los modelos</b>				
Serie Logarítmica	Si	Si	Si	Si
Serie Normal Logarítmica	No	No	No	No
Serie Geométrica	No	No	No	No
Palo Quebrado	No	No	No	No



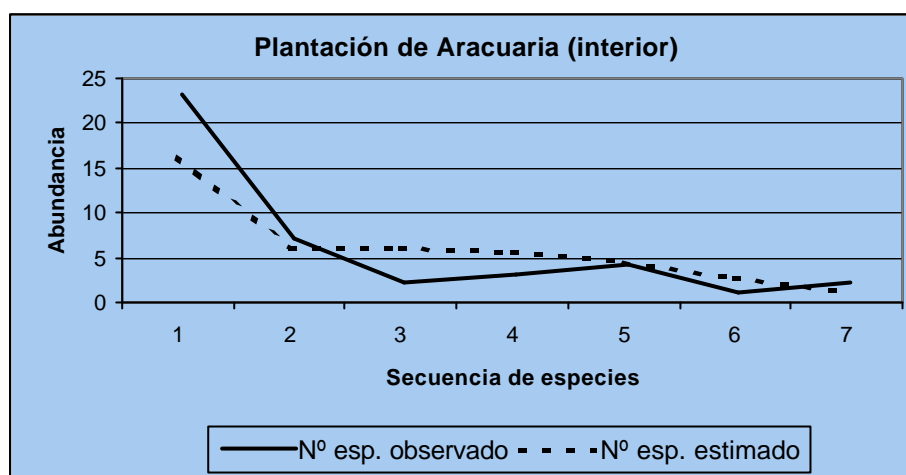
**FIGURA 1:** Diversidad de especies encontradas en las parcelas instaladas en el bosque nativo y ajuste de los datos a la serie logarítmica.



**FIGURA 2:** Diversidad de especies encontradas en las parcelas instaladas en la plantación de *Pinus elliottii* y ajuste de los datos a la serie logarítmica.



**FIGURA 3:** Diversidad de especies encontradas en las parcelas instaladas en la zona límite de la plantación de *Araucaria angustifolia* y ajuste de los datos a la serie logarítmica.



**FIGURA 4** Diversidad de especies encontradas en las parcelas instaladas en la zona interior de la plantación de *Araucaria angustifolia* y ajuste de los datos a la serie logarítmica.

La plantación de pinos se mostró con mayor diversidad, de acuerdo a los índices observados que los valores encontrados en la plantación de araucaria (Tabla 2), salvo en el caso del índice de Margalef.

Otra consideración importante es que las unidades de muestreo instaladas más alejadas del límite de plantación (de 25 a 30 m), en el caso de *Araucaria angustifolia*, mostraron ser substancialmente mas diversas que las unidades de muestreo instaladas en el límite de plantación, con excepción del número de especies encontrados y el índice de Margalef.

Para el índice de Shannon ( $H'$ ) fueron calculadas las variancias, obteniéndose los siguientes resultados: a) Bosque Nativo: 0,0017; b) Pinar: 0,0013; c) límite de Araucaria: 0,0084; y d) interior de Araucaria: 0,0073. Estos resultados demuestran la poca variación existente entre las muestra tomadas.

Con estos valores de variancia, obtenidos para cada situación bajo estudio, se realizó un teste de comparación de  $t$  de acuerdo a lo sugerido por HUTCHESON (1970). Los resultados de este test se muestran en la Tabla 3, donde se puede observar que todas las áreas bajo estudio son significativamente distintas ( $P < 0,001$ ) en términos de diversidad de ambientes; mostrando que el bosque nativo es, por lo tanto, más diverso que las plantaciones estudiadas; y que a su vez la plantación de pino es mas diversa, en el estrato herbáceo, que la plantación de araucaria estudiada.

**TABLA 3:** Test de  $t$  para comparar las diversidades de los bosques en estudio. Araucaria 01: parcelas instaladas en el límite plantación; Araucaria 02: parcelas instaladas a 25-30 m del límite de plantación.

	Pinar	Araucaria 01	Araucaria 02
Bosque Nativo	44,68**	226,20**	247,23**
Pinar		221,24**	242,60**
Araucaria 01			176,15**

\*\* altamente significativo con ( $P < 0,001$ ).



## CONCLUSIONES

Si bien el área bajo estudio es pequeña y no se pueden extrapolar los resultados obtenidos por la poca representatividad que tendrían, sirven para iniciar estudios de metodologías de trabajo y comenzar a delinear estrategias tendientes a definir, en el futuro, sistemas que sirvan para el monitoreo de la sustentabilidad de las plantaciones forestales.

Se pudo determinar, con la metodología utilizada, que existen diferencias en la composición florística cuando se trata de diferentes tipos de bosques y, además, cuando las unidades de muestreo son instaladas en diferentes locales dentro del bosque.

Además, se pudo establecer que el bosque nativo, aún explotado, presentaría una mayor diversidad florística que cuando se trata de plantaciones puras. Esto coincide con estudios realizados por YAPP (citado por MAGURRAN, 1989) quien realizó comparaciones entre un bosque nativo de robles y una plantación de coníferas en el norte de Irlanda.

También, se puede decir que por haber ajustado, todos los tipos de bosques estudiados, a la serie logarítmica de distribución de especies existiría un pequeño número de factores que regularían esta distribución. Estos factores podrían ser luz y manejo; lo aconsejado sería profundizar estudios en este sentido para poder determinar fehacientemente el motivo de tal alineación.

## BIBLIOGRAFÍA

- DAUBENMIRE, R. 1968. Plant communities – a text of plant synecology, New York: Harper y Row, 1968. 300p.
- ESTEVAN BOLEA, M.T. 1984. Evaluación del impacto ambiental. Madrid: Fund. MAPFRE. 609p.
- FINOL, H. 1971. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas tropicales. Rev. Forestal Venezolana, Mérida, v.14, n.21, p.29-42.
- HUNTER, M.L. Jr.; CALHOUN, A.; 1995. A triad approach to land use allocation. Biodiversity in Managed Landscapes. Oxford University Press, New York, p.447-497.
- HUTCHESON, K. 1970, A test for comparing diversities based on the Shannon formula. Journal Theor. Biol., n.29. p.151-154.
- JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. 1982. Applied multivariate statistical analysis. Madison: Prentice Hall International. 607 p.
- LAMPRECHT, H. 1962. Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. Acta Científica Venezolana. Mérida, v.13,n.2, p.57-65.
- LONGHI, S.J. 1980. A estrutura de uma floresta natural de *Aracaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., no sul do Brasil. Curitiba: Univ. Federal do Paraná (Disertación de Maestrado) – Setor de Ciências Agrárias. 198 p.
- LONGHI, S.J. 1997. Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo – RS. Curitiba: Univ. Federal do Paraná (Tesis Doctoral) – Setor de Ciências Agrárias.
- MAGURRAN, A.E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Barcelona: Vedral. 200 p.
- MARTINS, F.R. 1991. Estrutura de uma floresta mesófila. Campinas: UNICAMP. 246 p.

- MATTEUCHI, S.D.; COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington: Secretaría Gral. de la OEA – Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 169 p.
- MONTOYA MAQUIN, J.M.; MATOS, G. 1967. El sistema de Küchler: un enfoque fisionómico-estructural para la descripción de la vegetación. Turrialba, v.17, n.2, p.169-180.
- MOSCOVICH, F.; MARTIARENA, R.; KELLER, H.; FERNÁNDEZ, R.; BORHEN, A.; AGUILAR, M. Indicadores de sustentabilidad: componente vegetal. Eldorado (Mnes.). Novenas Jornadas Técnicas Forestales. INTA-FCF(UNaM)-MEYRNRYT. 2002. CD
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley y Sons. 547p.
- PIELOU, E.C. 1975. Ecology diversity. New Cork: John Wiley. 165p.
- SEYMOUR, R.S.; HUNTER, M.L. Jr., 1994. New forestry in eastern spruce-fir forests: principles and applications to Maine. Maine Agricultural and Forest Experiment Station, Misc. Publication, 716p.