

INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL DE PLANTACIONES FORESTALES - COMPONENTE VEGETAL

ENVIRONMENTAL IMPACT INDICATOR OF FOREST PLANTATION AND VEGETATION COMPONENT

Fabio Moscovich¹ Hector Keller² Roberto Fernández³ Alicia Borhen⁴

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 reúne estas características. Las parcelas, de 100 m², se distribuyeron sistemáticamente a cada 25 m. La vegetación se dividió en tres estratos: superior (CAP \geq 30 cm), medio (5 cm \leq CAP < 30 cm) e inferior (CAP < 5 cm). Se instalaron 10 parcelas en bosque nativo explotado, 10 parcelas en una plantación de *Pinus elliottii* Engelm. de 18 años aproximadamente (400 árboles/ha), 6 parcelas en la zona límite de una plantación de *Araucaria angustifolia* (Bertd.) Kuntze 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.

ABSTRACT

In order to determine environmental impact, indicators based on vegetation characteristics that would generate the forestry monoculture with the adjacent native forest, 32 sample unit were installed in an area of LIPSIA private enterprise, Esperanza Department, Misiones with those characteristics. The plots of 100 m² were distributed systematically every 25 meters. The vegetation was divided in stratum: superior (DBH \geq 10 cm, middle (1,6 cm \leq DBH < 10 cm) and inferior (DBH < cm). There were installed 10 plots in a logged native forest, 10 plots in a 18 years old *Pinus elliottii* Engelm. with approximately 400 trees/ha., 6 plots in a 10 – 25 years old *Araucaria angustifolia* (Bertd.) Kuntze limiting area with approximately 900 trees/ha., and 6 plots located in this plantation. In the studied area were identified 150 vegetation species. In the inferior stratum there were found differences as function of various floristic diversity indexes. In all the cases the native forest showed larger diversity than plantations, followed by *Pinus elliottii*, Araucaria plantation and Araucaria limiting area. All the studied forest fitted to a logarithmical series of species distributions, that would indicate the incidence of a environmental factor in this distribution.

Key words: native forest; plantations; phitosociology; sustainability.

INTRODUCCIÓN

Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Por lo tanto; 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).

1. Ingeniero Forestal, MSc., Técnico da Empresa EEA INTA Montecarlo, (3384), Montecarlo, Misiones, Argentina. fmoscovich@ceel.com.ar

2. Ingeniero Forestal, Becario, Instituto de Botánica del Noreste (IVONE), Misiones, Argentina. hakeller2000@yahoo.com.ar

3. Ingeniero Agrónomo, MSc., Técnico da Empresa EEA INTA Montecarlo, (3384), Montecarlo, Misiones, Argentina. rfernandez@ceel.com.ar

4. Ingeniero Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, Misiones, Argentina. alicia@facfor.unam.edu.ar

El objetivo básico de las evaluaciones de impacto ambiental es evitar posibles errores y deterioros ambientales, costosos de corregir después. La protección del medio ambiente es una condición ineludible del desarrollo económico equilibrado.

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). Según Montoya Maquin y Matos (1967) para estudiar la fisonomía de la vegetación se debe analizar ciertas características de la misma, como las funciones (características morfológicas-biológicas) de las especies que forman la estructura o la distribución espacial de estas en la comunidad.

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 Calhoun, 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.

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 m² (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 m² (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 m².

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).

Los parámetros fitosociológicos calculados fueron los tradicionales (densidad, dominancia, frecuencia, índice de valor de importancia e índice de cobertura) frecuentemente usados por diversos investigadores (Finol, 1971; Longhi, 1980 y 1997; Martins, 1991; Moscovich, 1998). 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. El listado completo de las especies muestreadas, considerando nombre científico, nombre común, familia botánica y código de clasificación y su ubicación en cada caso se encuentran en Tabla 1.

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.

TABLA 1: Listado de especies encontradas en el área bajo estudio, ordenadas alfabéticamente, nombre común, familia botánica y código de identificación. Distribución de las especies encontradas de acuerdo a su localización. BN = bosque nativo; Pe = *Pinus elliottii*; A01 = especies encontradas en las parcelas localizadas en el límite de la plantación de *Araucaria angustifolia*; y A02 = especies encontradas en las parcelas localizadas en el interior de la plantación de *Araucaria angustifolia*.

TABLE 1: List of species found in the area of study, sorted alphabetically, common name, botanical family and identification code. Distribution of the species according to localization. BN = native forest; Pe = *Pinus elliottii*; A01 = species found in the sampling located in the limit of the *Araucaria angustifolia* plantation; A02 = species found in the sampling located in the *Araucaria angustifolia* plantation.

Código	Nombre Científico	Nombre Común	Familia	BN	Pe	A01	A02
25	<i>Acacia nitidiolia</i> Speg.	Yukeri-hu	Fabaceae				
158	<i>Acacia velutina</i> Bertold.	Yukerí	Fabaceae	■			■
26	<i>Acalypha</i> sp.		Euphorbiaceae	■	■		
153	<i>Adenocalymna marginatum</i> (Cham.) DC.	Ysypo-hu	Bignoniaceae	■		■	■
19	<i>Albizia edwalli</i> (Hoehne) Berneby et J. Grimes	Anchico-blanco	Fabaceae		■	■	
27	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil. et al.) Radlk.	Chal-chal	Sapindaceae	■	■	■	■
28	<i>Allophylus guaraniticus</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	Vacum	Sapindaceae				
138	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Voguel) J.F. Macbr.	Grapia	Fabaceae		■	■	
29	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) O. Ktze.	Araucaria	Araucariaceae	■			
30	<i>Araujia</i> sp.	Doca	Asclepiadaceae			■	
31	<i>Syagrus romanzoffianom</i> (Cham.) Glassman	Pindó	Arecaceae	■			
32	<i>Arrabidaea mutabilis</i> Bureau & K. Schum.	Sipó-ivaró	Bignoniaceae	■			■
148	<i>Aspidogyne kuczynskii</i> (Porsch) Garay		Orchidaceae				
33	<i>Asplenium</i> sp.	Nido-de-pájaro	Aspleniaceae	■			
4	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engler) Engler	Guatambú	Rutaceae	■	■		■
36	<i>Balinvillea biaristata</i> DC.	Kururu-ka'a	Asteraceae				

Continua ...

TABLA 1: Continuación ...

Código	Nombre Científico	Nombre Común	Familia	BN	Pe	A01	A02
13	<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. et Arn.) Hassl.	Loro-blanco	Malvaceae	■	■		
34	<i>Bauhinia microstachya</i> (Raddi) J.F. Macbr.	Escalera-de-mono	Fabaceae		■	■	■
35	<i>Bauhinia forficata</i> Link	Pata-de-buey	Fabaceae		■		
159	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Cancharana	Meliaceae	■	■		
37	<i>Calathea</i> sp.		Maranthaceae		■		
146	<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	Niño-azote	Fabaceae	■	■		
38	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	Guabiroba	Myrtaceae	■	■		
147	<i>Capsicum</i> sp.		Solanaceae	■	■		
39	<i>Cardiospermum grandiflorum</i> Swartz	Cipó-farol	Sapindaceae				■
40	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Ambay	Cecropiaceae	■	■		
21	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	Meliaceae			■	■
44	<i>Cestrum laevigatum</i> Schlttdl.	Palo-capuera	Solanaceae		■	■	■
43	<i>Cestrum</i> sp.		Solanaceae	■		■	
160	<i>Chamissoa acuminata</i> Mart.		Amaranthaceae				
45	<i>Chamissoa altissima</i> Nees & Mart.		Amaranthaceae	■	■		
161	<i>Cheilanthes concolor</i> (Langsd. y Fisch.) R. & A. Tryon		Adiantaceae	■	■		
3	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. Et Eichler) Engl.	Aguái	Sapotaceae		■	■	■
47	<i>Chusquea ramosissima</i> Lindm.	Tacuarembó	Poaceae	■	■		
46	<i>Ceiba insignis</i> (Kunth) P.E.Gibbs & J.Semir	Palo-borracho	Bambacaceae	■		■	
151	<i>Cissampelos pareira</i> L.		Menispermaceae		■	■	
48	<i>Cissus sicyoides</i> L.	Cortina-del-cielo	Vitaceae	■			■
49	<i>Commelina</i> sp.	Flor-de-Santa-Lucía	Commelinaceae		■		
51	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Colita	Boraginaceae		■		
53	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá-blanco	Sapindaceae	■	■		
163	<i>Cyperus andreaus</i> Maury		Cyperaceae		■	■	■
54	<i>Dalbergia varabilis</i> Vog.	Sipo-copi	Fabaceae	■	■	■	■
55	<i>Dalechampia stenosepala</i> Müll. Arg.		Euphorbiaceae	■			
56	<i>Desmodium affine</i> Schlttdl.	Pega-pega	Fabaceae	■			■
18	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Maria-preta	Sapindaceae				
154	<i>Dicella nucifera</i> Chodat	Guayakí-manduví	Malpighiaceae	■			
57	<i>Didymochlaena truncatula</i> (Sw.) J. Sm.		Aspleniaceae			■	
58	<i>Diplazium cristatum</i> (Desr.) Alston		Aspleniaceae			■	■
170	<i>Doryopteris nobilis</i> (Moore) J.Sm. & C. Chr.		Pteridaceae	■			■
60	<i>Doryopteris pedata</i> (L.) Fee		Pteridaceae		■		
61	<i>Eugenia burkartiana</i> (D. Legrand) D. Legrand		Myrtaceae	■	■		■
165	Genus indet. Amaranthaceae		Amaranthaceae	■	■	■	
166	Genus indet. Malpighiaceae		Malpighiaceae		■		
168	Genus indet. Asclepiadaceae 01		Asclepiadaceae	■	■	■	■
62	<i>Geophila repens</i> (L.) J.M.Johnston		Rubiaceae	■			
123	Genus indet. Poaceae 01	Graminea	Poaceae		■		
125	Genus indet. Poaceae 02	Graminea	Poaceae	■	■	■	■
64	<i>Hebanthe paniculata</i> Mart.		Amaranthaceae			■	■
63	<i>Heliotropium transalpinum</i> Vell.	Cola-de-gallo	Boraginaceae				
145	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrín	Fabaceae	■	■		
65	<i>Hybanthus bigibbosus</i> (A.St. Hil.) Hassl.		Violaceae		■		
66	<i>Hydrocotyle callicephalo</i> Cham. y Schlttdl.		Apiaceae	■	■		
144	<i>Inga semialata</i> Mart.		Fabaceae	■	■	■	

Continua ...

TABLA 1: Continuación ...

Código	Nombre Científico	Nombre Común	Familia	BN	Pe	A01	A02
68	<i>Inga vera</i> Willd.	Ingá	Fabaceae	■	■		
69	<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Kanguéi	Amaranthaceae		■		
70	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	Yacaratiá	Caricaceae	■		■	■
71	<i>Justicia brasiliana</i> Roth		Acanthaceae		■	■	■
72	<i>Lantana</i> sp.		Verbenaceae			■	■
73	<i>Lasiacis</i> sp.		Poaceae	■	■	■	■
167	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	Rabo-molle	Fabaceae		■	■	
10	<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	Rabo-itá	Fabaceae	■	■	■	
152	<i>Macfadyena mollis</i> (Sonder) Seem.	Uña-de-gato	Bignoniaceae	■			■
134	<i>Macfadyena</i> sp.	Uña-de-gato	Bignoniaceae		■	■	■
76	<i>Macfadyena uncata</i> (Andrews) Sprague & Sandwith		Bignoniaceae	■		■	
139	<i>Machaerium paraguariensis</i> Hassl.	Isapui-para	Fabaceae	■	■		
17	<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	Sapoi	Fabaceae		■	■	
78	<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching		Thelypteridaceae	■	■		
137	<i>Manettia luteo-rubra</i> Benth.		Rubiaceae		■		
79	<i>Manihot grahamii</i> Hook.	Mandioca-brava	Euphorbiaceae				
80	<i>Maranta sobolifera</i> L. Andersson	Banaila	Marantaceae	■	■	■	■
11	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá-blanco	Sapindaceae			■	
81	<i>Melia azedarach</i> L.	Paraíso	Meliaceae	■	■		
82	<i>Melloa quadrivalvis</i> (Jacq.) A. H. Gentry	Isipó-ú	Bignoniaceae	■	■		
141	<i>Mikania lindleyana</i> DC.		Asteraceae	■			
162	<i>Mikania micrantha</i> H. B. K.	Guaco	Asteraceae				
8	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Yuquerí-guazú	Fabaceae	■	■	■	
12	<i>Myrocarpus frondosus</i> M. Allem.	Incienso	Fabaceae		■		
83	<i>Myrsine balansae</i> (Mez) Otegui		Myrsinaceae		■		
126	Familia indet	No Identificada 01	Indeterminada	■			■
128	Genus indet. Asclepiadaceae 02		Asclepiadaceae		■		
124	Genus indet. Bignoniaceae		Bignoniaceae	■		■	
132	Genus indet. Cucurbitaceae		Cucurbitaceae	■	■	■	
20	Genus indet. Orchidaceae	Orquídea	Orchidaceae		■		
127	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.	Laurel-amarillo	Lauraceae	■			■
1	<i>Nectandra saligna</i> Nees & Mart. ex Nees	Laurel-negro	Lauraceae	■	■		
85	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	Laurel	Lauraceae		■	■	
23	<i>Ocotea puberula</i> (A. Rich.) Nees	Laurel-guaicá	Lauraceae	■	■	■	
74	<i>Olyra humilis</i> Nees		Poaceae				
130	<i>Oxalis</i> sp.		Oxalidaceae		■		
16	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Anchico-colorado	Fabaceae	■			
86	<i>Patagonula americana</i> L.	Guayaibí	Boraginaceae		■		
87	<i>Paullinia meliaefolia</i> A. L. Juss.		Sapindaceae	■			■
88	<i>Pavonia sepium</i> A. St.-Hil.		Malvaceae	■	■		
89	<i>Peltastes peltatus</i> (Vell.) Woodson		Apocynaceae	■			
90	<i>Pelthophotum dubium</i> (Spreng.) Taubert	Caña-fistola	Fabaceae		■	■	■
142	<i>Peperomia urocarpa</i> Fisch. & Mey		Piperaceae	■		■	■
91	<i>Pereskia aculeata</i> (Mill.)	Borí	Cactaceae		■		■
7	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	Jaborandí	Rutaceae		■		
92	<i>Pinus elliottii</i> Engelm.	Pino	Pinaceae	■	■		
122	<i>Piper amalago</i> L.		Piperaceae		■		
93	<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	Canilla-de-vieja	Piperaceae	■			

Continua ...

TABLA 1: Continuación ...

Código	Nombre Científico	Nombre Común	Familia	BN	Pe	A01	A02
94	<i>Piper mikanianum</i> (Kunth) Steud.	Pari-paroba	Piperaceae	■	■		
136	<i>Pithecoctenium crucigerum</i> (L.) A. H. Gentry	Peine-de-mono	Bignoniaceae		■	■	■
67	<i>Pristimeria andina</i> Miers		Hippocrateaceae	■			
2	<i>Prunus subcoriacea</i> (Chod. y Hassl.) Koehne	Persiguero	Rosaceae	■	■		
95	<i>Psychotria brevicollis</i> Müll. Arg.		Rubiaceae		■		
150	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.		Rubiaceae	■	■		
96	<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. y Schltldl.		Rubiaceae		■	■	■
97	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Samambaia	Polypodaceae		■		
98	<i>Pteris deflexa</i> Link	Helecho	Pteridaceae	■	■		
99	<i>Ruellia angustiflora</i> (Nees) Lindau y Rambo		Acanthaceae		■		
22	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Marmelero	Polygonaceae	■	■		■
100	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi var. <i>pohlana</i> Engl.	Chichita	Anacardiaceae	■	■		■
24	<i>Seguiera aculeata</i> L.	Limonero-de-Monte	Phytolaccaceae	■	■		
42	<i>Serjania meridionalis</i> Cambess.		Sapindaceae			■	
102	<i>Smilax campestris</i> Gris.	Zarzaparrilla	Smilacaceae	■			
140	<i>Solanum alternato pinnatum</i> Steud.		Solanaceae		■		
103	<i>Solanum inaequale</i> Vell.		Solanaceae		■		
104	<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal		Solanaceae	■	■		
105	<i>Solanum trichytritium</i> Bitt.		Solanaceae				■
6	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, <i>et al.</i>	Ñandipá	Moraceae	■	■	■	■
107	<i>Stenandrium mandioccanum</i> Nees		Acanthaceae	■			
108	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.		Loganiaceae			■	■
109	<i>Styrax leprosus</i> Hook. et Arn.	Carne-de-vaca	Styracaceae	■	■	■	■
110	<i>Tabernaemontana catharinense</i> DC.	Horquetero	Apocynaceae	■	■	■	
111	<i>Taccarum peregrinum</i> Engl.		Araceae			■	
112	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.		Portulacaceae	■			
169	<i>Thea sinensis</i> L.	Té	Theaceae				
113	<i>Thelypteris</i> sp.		Thelypteraceae		■	■	
115	<i>Thinouia mucronata</i> Radlk.		Sapindaceae	■			
171	<i>Tradescantia</i> sp.		Commelinaceae		■		■
116	<i>Tragia paxii</i> Lourteig & O'Donell		Euphorbiaceae		■	■	■
129	<i>Tragia volubilis</i> L.		Euphorbiaceae	■	■	■	
155	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Palo-pólvora	Celtidaceae			■	
117	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	Catiga	Meliaceae	■			
118	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Caá-vo-robei	Meliaceae	■			
119	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	Ortiga-brava	Urticaceae	■	■	■	
120	<i>Urvillea</i> sp.	Cipó	Sapindaceae	■			
121	<i>Vernonia twedieana</i> Baker	Matacampo	Asteraceae		■		■

Se pueden observar en el Tabla 1 que existen 29 especies vegetales (18,71%) que 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 *Pinus elliottii*, 8 especies (5,16%) fueron exclusivas de las parcelas instaladas en el área límite de la plantación de *Araucaria 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 *Pinus elliottii* y un 13% mayor que en ambas situaciones de la plantación de *Araucaria angustifolia*

En el estrato superior del bosque nativo, formado por los árboles con CAP ≥ 30 cm, fueron encontradas 17 especies, que se encuentran listadas en la Tabla 2 juntamente con sus parámetros fitosociológicos.

Se puede observar en la Tabla 2 que Loro Blanco (*Bastardiopsis densiflora*) y Caña Fístola (*Peltophorum dubium*) fueron las especies más 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. Además de las especies citadas, Persiguero (*Prunus subcoriacea*), Sapoi (*Machaerium stipitatum*), Cedro (*Cedrela fissilis*), Laurel Negro (*Nectandra saligna*) y Guatambú (*Balfourodendron riedelianum*) contribuyen con la fisonomía de este estrato.

TABLA 2: Relación de especies arbóreas con CAP \geq 30 cm muestreadas en el bosque nativo explotado del Departamento Esperanza – Misiones, ordenadas por índice de valor de importancia (IVI).

TABLE 2: List of arboreal species with CBH = 30 cm sampled in the explored native forest of Department Esperanza - Misiones, ordered by value of importance index (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 fistola	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
Sapoi	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
Totales	62	6,20	100	24,77	2,4771	100	410	100	300	200

Donde: N = Número de individuos; DA = densidad absoluta (individuos/ha); DR = dominancia relativa (%); DoA = dominancia absoluta (m²/ha); g = área basal (m²); DoR = dominancia relativa (%); FA = frecuencia absoluta; FR = frecuencia relativa (%); IVI = índice de valor de importancia (%); IVC = índice de valor de cobertura (%).

Estas siete especies suman un IVI de 220,18, representando el 73,39% del total; las 10 especies restantes, que representan el 59% del total, suman un Valor de Importancia de 79,82 o 26,61% del total.

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

Todas las especies encontradas (Tabla 2) presentaron baja frecuencia, *Bastardiopsis densiflora* y *Peltophorum dubium* se encontraron en el 60% de las parcelas levantadas, *Prunus subcoriacea* 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 2) 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, Sapoi y Laurel Negro 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 (*Pinus elliottii* y *Araucaria angustifolia*), no es muy significativo realizar comparaciones entre uno y otro.

Considerando el estrato inferior, se pudo determinar que las especies con mayor abundancia, en

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 gaudichaudianum* (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 leucanthus* (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 especies 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 gaudichaudianum* 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 al Tabla 3 se pueden ver los resultado obtenidos en los índices de diversidad y el ajuste a modelos de series para las diferentes situaciones bajo estudio.

La observación de la Tabla 3 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 χ^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) ($P \geq 30$); para el pinar, $\chi^2 = 6,86$ con GL = 7 ($P \geq 50$); en las parcelas instaladas en el límite de la plantación de araucaria, $\chi^2 = 8,15$ con GL = 7 ($P \geq 32$); y en las parcelas instaladas dentro de la plantación de araucaria se encontró un $\chi^2 = 8,80$ con GL = 6 ($P \geq 27$).

En las Figuras 1 a 4 se puede observar los ajustes realizados para los valores observados 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 α 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 3).

TABLA 3: 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.

TABLE 3: Diversity of the native forest (BN), pine plantation (P), sampling plantation limit of araucaria (AT 01) and sampling in araucaria plantation (AT 02). (a) Indexes of diversity and (b) model fit.

Variables	BN	P	A 01	A 02
(a) Diversidad				
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 (α)	28,4209	22,4136	13,4696	11,1527
(b) Ajuste a los modelos				
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

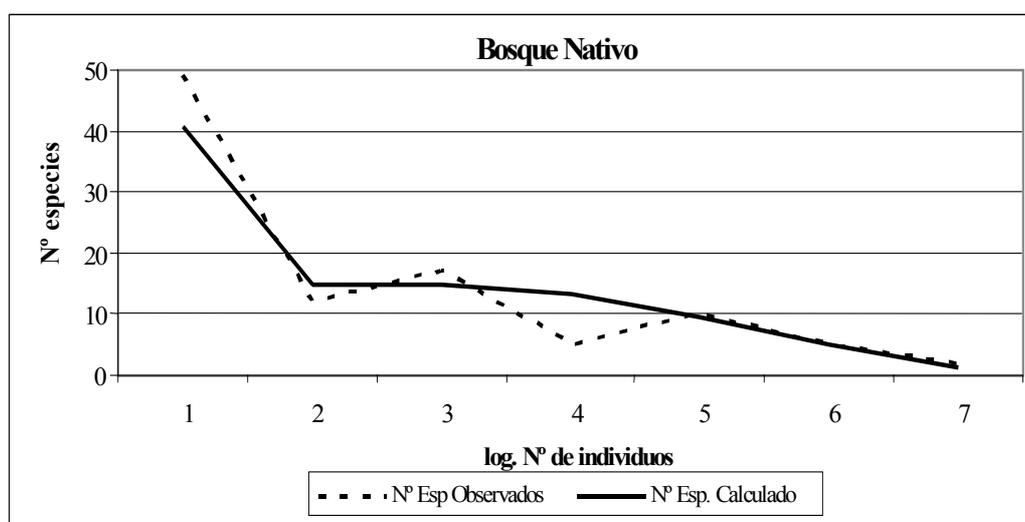


FIGURA 1: Diversidad de especies encontradas en las parcelas instaladas en el bosque nativo y ajuste de los datos a la serie logarítmica.

FIGURE 1: Diversity of species found in the sampling installed in the native forest and fit of the data to the logarithmic series.

Así mismo 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 Simpson (1-D).

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 más diversas que las unidades de muestreo instaladas en el límite de plantación, con excepción del número de especies encontrados y el índice de Margalef.

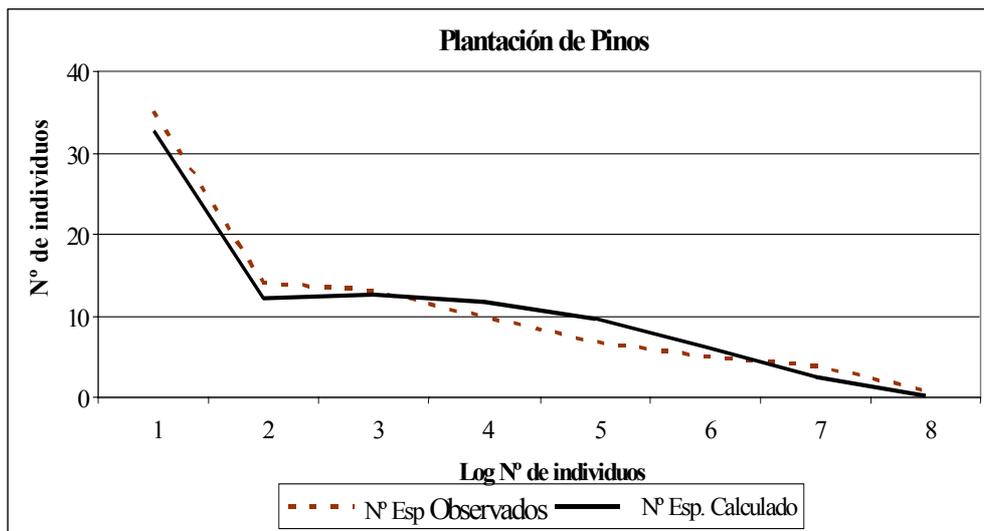


FIGURA 2: Diversidad de especies encontradas en las parcelas instaladas en la plantación de *Pinus elliottii* y ajuste de los datos a la serie logarítmica.

FIGURE 2: Diversity of species found in the sampling installed in plantation of *Pinus elliottii* and fit of the data to the logarithmic series.

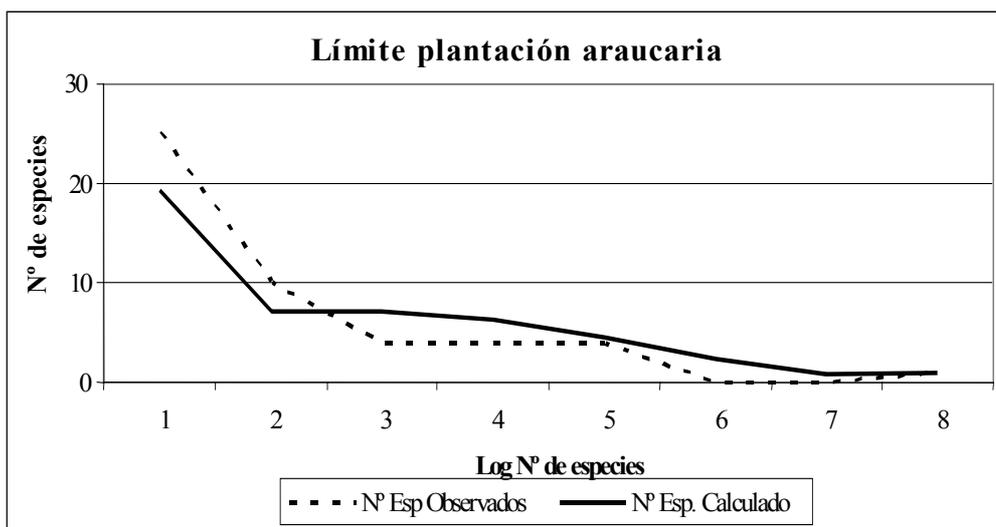


FIGURA 3: Diversidad de especies encontradas en las parcelas instaladas en la zona límite de la plantación de *Araucaria angustifolia* y ajuste de los datos a la serie logarítmica.

FIGURE 3: Diversity of species found in the sampling installed in the area limit of *Araucaria angustifolia* plantation and fit of the data to the logarithmic series.

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 4, 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.

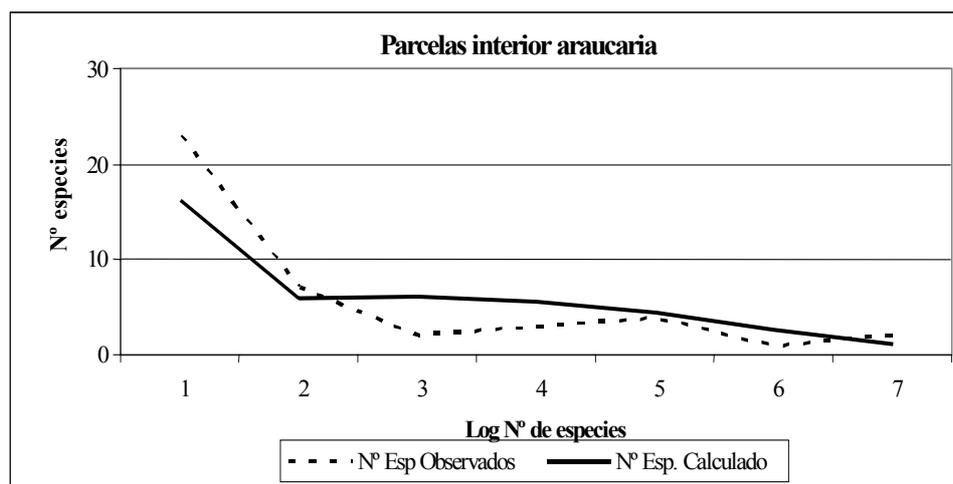


FIGURA 4: Diversidad de especies encontradas en las parcelas instaladas en la zona interior de la plantación de *Araucaria angustifolia* y ajuste de los datos a la serie logarítmica.

FIGURE 4: Diversity of species found in the sampling installed in the *Araucaria angustifolia* plantation and fit of the data to the logarithmic series.

TABLA 4: Test de t para comparar las diversidad 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.

TABLE 4: Test of t to compare the diversities of forests in study. Araucaria 01: sampling installed in the limit plantation; Araucaria 02: sompling in stalled at 25 – 30 m of plantation limit.

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

Em que: ** = 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 factor importante que regula esta distribución. Este factor podría ser luz, con lo cual habría que profundizar estudios en este sentido.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

DAUBENMIRE, R. **Pant communities** : a text of plant synecology, New Cork: Harper y Row, 1968. 300p.

ESTEVAN BOLEA, M.T. **Evaluación del impacto ambiental**. Madrid: Fund. MAPFRE, 1984. 609p.

FINOL, H. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas tropicales. **Rev. Forestal Venezolana, Mérida**, v.14, n.21, p.29-42, 1971.

- HUNTER Jr, M.L.; CALHOUN, A. A triad approach to land use allocation. In: _____. **Biodiversity in managed landscapes**. New York: Oxford University Press, 1995. p.447-497.
- HUTCHESON, K. A test for comparing diversities base on the Shannon formula. **Journal Theor. Biol.**, n.29, p.151-154, 1970.
- JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. Madison: Prentice May International, 1982. 607 p.
- LAMPRECHT, H. Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. **Acta Científica Venezolana**, Mérida, v.13,n.2, p.57-65, 1962.
- LONGHI, S.J. **A estrutura de uma floresa natural de Aracuaria angustifolia (Bert.) O. Ktze., no sul do Brasil**. 1980. 198p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrarias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.
- LONGHI, S.J. Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo – RS. 1997. 193p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrarias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.
- MAGURRAN, A.E. **Diversidad ecológica y su medición**. Barcelona: Vedral, 1989. 200 p.
- MARTINS, F.R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: UNICAMP, 1991. 246 p.
- MATTEUCHI, S.D.; Colma, A. **Metodología para el estudio de la vegetación**. Washington: Secretaría Gral. de la OEA – Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, 1982. 169 p.
- MONTOYA MAQUIN, J.M.; MATOS, G. El sistema de Küchler: un enfoque fisionómico-estructural para la descripción de la vegetación. **Turrialba**, v.17, n.2, p.169-180, 1967.
- MOSCOVICH, F.A. **Comparação de diferentes métodos de amostragem, de área fixa e variável, em uma Floresta Ombrófila Mista**. 1998. 98 p. Disertación (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley y Sons, 1974. 547p.
- PIELOU, E.C. **Ecology diversity**. New York: John Wiley, 1975. 165p.
- SEYMOUR, R.S.; HUNTER, M.L. JR. **New forestry in eastern spruce-fir forests: principles and applications to Maine**. Maine: Agricultural and Forest Experiment Station, Misc. Publication, 1994. 716p. (Misc. Publication)